



GUIDE DES PLANTES DE PÉPINIÈRE ET D'ORNEMENT, CULTURE ET LUTTE INTÉGRÉE

Pub 841F



GUIDE DES PLANTES DE PÉPINIÈRE ET D'ORNEMENT, CULTURE ET LUTTE INTÉGRÉE

Pub 841F

Introduction

Avez-vous besoin d'information technique ou commerciale?

Communiquez avec le Centre d'information agricole au

1 877 424-1300

ou au

ag.info.omafra@ontario.ca

Cherchez-vous sur Internet de l'information sur les plantes de pépinière et d'ornement?

Consultez le site www.ontario.ca/cultures.

Vous y trouverez des fiches techniques, des articles et des photos sur la production et l'entretien des plantes ligneuses.

Pour obtenir en temps utile des renseignements sur les problèmes de santé des végétaux qui touchent les arbres, les arbustes et les plantes vivaces, consultez le blogue ONnurserycrops, au www.onnurserycrops.wordpress.com (en anglais seulement). Ce blogue traite notamment des insectes et acariens nuisibles, de l'identification des maladies, de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures, des prochaines activités de formation et de questions d'intérêt, et renferme des liens utiles et plus encore. Vous pouvez suivre ce blogue pour recevoir des avis par courriel lorsque du nouveau contenu est publié.

La publication 841F du MAAO intitulée *Guide des plantes de pépinière et d'ornement, culture et lutte intégrée* renferme des renseignements détaillés sur la lutte contre les ravageurs et les maladies, la nutrition et la qualité de l'eau. Elle se veut le complément de la publication 840F, *Guide de protection des cultures de pépinière et d'ornement*, qui contient la liste des produits homologués pour une utilisation sur les plantes de pépinière et d'ornement. Ensemble, ces guides remplacent la publication 383F, *Plantes de pépinière et d'ornement, culture et lutte intégrée*, du MAAO.

Illustrations du plat recto

Grande illustration : Photo, prise à la fin de l'été, de thuyas occidentaux (*Thuja occidentalis*) cultivés en contenants dans un châssis froid non couvert d'une pellicule de polymère. Petites illustrations de haut en bas –

Illustration du haut : Gros plan de fleurs de lilas pourpre (*Syringa vulgaris*).

Illustration du centre : Fleurs rouges de rosiers.

Illustration du bas : Fleurs blanches de pavier blanc (*Aesculus parviflora*).

Illustrations du plat verso

Grande illustration : Photo, prise à la fin de l'été, d'arbustes floraux à feuilles caduques (*Wiegela*, *Cornus*, *Hydrangea*) cultivés en contenants dans un châssis froid non couvert d'un film plastique.

Petites illustrations de gauche à droite : Plateaux de boutures enracinées de fusain (*Euonymus fortunei*).

Au centre : Gros plan d'aiguilles émergentes d'épinette du Colorado (*Picea pungens*).

À droite : Gros plan de branches de mélèze (*Larix* spp.).

Publié par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation et le ministère des Affaires rurales

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2014

Toronto, Canada

ISBN 978-1-4606-3950-4

Table des matières

1. Gestion des sols, des substrats

et de la qualité de l'eau 1

Matériel de pépinière de

plein champ 1

Analyse du sol 1

Programme d'analyses de sol reconnues par le MAAO 1

Analyses de sol faites par des laboratoires non accrédités 1

Quand prélever les échantillons de sol des champs 1

Prélèvement des échantillons de sol des champs 2

Pratiques de gestion du sol 2

Analyses portant sur les oligo-éléments 2

Échantillonnage du sol en vue du dosage des oligo-éléments 2

Analyse de tissus végétaux — Analyse foliaire 3

Quand échantillonner des tissus végétaux 3

Comment échantillonner des tissus végétaux 3

Notion de pH du sol 4

Le pH du sol et la disponibilité des éléments nutritifs 4

Mesure du pH tampon du sol 4

Genre de chaux 4

Qualité de la chaux 4

Indice agricole de la chaux 5

Élévation du pH du sol 5

Profondeur d'enfouissement 5

Abaissement du pH du sol 5

Sels minéraux solubles dans le sol 6

Fertilisation 6

Fertilisation des plants de pépinière de plein champ 6

Fertilisation des lits de semences et des lits de transplantation 7

Fertilisation des plants établis, en plein champ 9

Fertilisation des aménagements paysagers 9

Taux d'application des engrais 11

Amendements organiques du sol 11

Teneur du sol en matière organique 11

Cultures couvre-sol 11

Graminées 13

Ray-grass (annuel, d'Italie ou vivace) 13

Céréales de printemps (avoine, orge, blé de printemps, etc.) 13

Sorgho du Soudan et millet perlé fourrager .. 13

Seigle d'automne 14

Blé d'automne 14

Légumineuses 14

Vesce velue 15

Trèfle rouge 15

Mélicot 15

Dicotylédones autres que des légumineuses 16

Sarrasin 16

Moutarde et radis oléagineux 16

Travail du sol après une culture couvre-sol 17

Épandage du fumier 17

Échantillonnage du fumier 18

Période d'épandage du fumier 18

Production en contenants 19

Types de contenants 19

Substrats d'empotage 19

Utilisation des substrats sans sol 20

Méthode de calcul de la porosité du substrat 20

Pour ajuster le pH des substrats d'empotage 21

Fertilisation des plants en contenants 22

Méthode d'échantillonnage et d'analyse des substrats d'empotage 22

Utilisation d'engrais hydrosolubles 23

Utilisation d'engrais à libération lente... 23

Évaluation des teneurs en éléments nutritifs des cultures en contenants 26

Eau d'irrigation 26

Quantité d'eau 26

Qualité de l'eau d'irrigation 26

Analyse de l'eau 28

2. Lutte contre les ravageurs et les maladies..... 31

Lutte intégrée..... 31

Surveillance	31
<i>Dépistage</i>	32
<i>Degrés-jours de croissance et modèles phénologiques</i>	32
<i>Outils de surveillance</i>	33
<i>Régistres des données de surveillance</i> ...	34
<i>Plantes indicatrices</i>	34

Lutte culturale	34
-----------------------	----

Lutte physique ou mécanique.....	35
----------------------------------	----

Lutte biologique.....	35
-----------------------	----

Lutte chimique.....	35
---------------------	----

Pratiques de gestion optimales 36

Insectes et acariens nuisibles aux arbres et aux arbustes 37

Défoliateurs	38
<i>Chenilles</i>	38
<i>Coléoptères phyllophages</i>	38
<i>Mineuses de la feuille et porte-cases</i>	38
<i>Tenthredes et diprions</i>	38

Insectes suceurs	38
<i>Pucerons</i>	39
<i>Cicadelles</i>	39
<i>Acariens</i>	39
<i>Thrips</i>	40
<i>Punaises</i>	40

Cochenilles	40
<i>Cochenilles à bouclier</i>	40
<i>Cochenilles à corps mou, sans bouclier</i> ...	40
<i>Cochenilles farineuses</i>	40

Insectes térébrants ou foreurs	40
--------------------------------------	----

Insectes gallicoles	41
---------------------------	----

Ravageurs terroloes	41
<i>Scarabée japonais</i>	41

<i>Lutte contre le scarabée japonais dans les pépinières</i>	42
--	----

<i>Autres vers blancs</i>	43
---------------------------------	----

<i>Charançons des racines</i>	43
-------------------------------------	----

<i>Nématodes phytoparasites</i>	44
---------------------------------------	----

<i>Nématode à kystes du soya</i>	45
--	----

Tableaux de surveillance en fonction des DJC et des stades phénologiques..... 45

Maladies des arbres et des arbustes..... 68

Maladies du feuillage	68
<i>Moissure grise (Botrytis)</i>	68
<i>Mildiou</i>	68
<i>Blanc (oïdium)</i>	69
<i>Taches foliaires et anthracnose</i>	69
<i>Maladie du rouge</i>	69
<i>Tavelure du pommier</i>	69
<i>Tavelure du pyracantha (buisson-ardent)</i> .	70

Pourritures du collet et des racines	70
--	----

Chancres	70
----------------	----

Rouilles	71
----------------	----

Brûlure bactérienne.....	71
--------------------------	----

Tumeurs du collet.....	72
------------------------	----

Flétrissures vasculaires	73
--------------------------------	----

Viroses	74
<i>Jaunisse du frêne</i>	74
<i>Jaunisse de l'orme</i>	74
<i>Mosaïque du rosier</i>	74

Affections d'origine abiotique.....	74
-------------------------------------	----

<i>Processus du dépérissement</i>	75
<i>Chute des aiguilles de conifères en automne</i>	75
<i>Dessèchement des aiguilles des conifères</i>	75
<i>Domages causés par le sel</i>	76
<i>Domages causés aux conifères par le sel</i>	76
<i>Domages causés aux feuillus par le sel</i>	76
<i>Roussissure des feuilles</i>	76

3. Rongeurs et cervidés..... 77

Lutte contre les campagnols et les souris..... 77

Moyens de lutte contre les campagnols et les souris	77
<i>Précautions à prendre pendant la manipulation des appâts empoisonnés</i>	78

Lutte contre les léporidés 79 |

Moyens de lutte contre les léporidés.....	79
---	----

Lutte contre les cervidés.....	79
Moyens de lutte contre les cervidés.....	79
4. Lutte contre les mauvaises herbes	81
Principes de lutte contre les mauvaises herbes	81
Réduction des infestations avant les plantations.....	81
Recours aux cultures de couverture pour freiner la croissance des mauvaises herbes.....	81
Lutte contre les mauvaises herbes vivaces.....	81
Rotation des cultures.....	82
Technique du faux semis.....	82
Préparation des lits destinés à recevoir des contenants.....	82
Maîtrise des sources d'infestation.....	82
Méthodes mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes	83
Houe rotative	83
Sarclage ou binage de l'entre-rang	83
Fauchage	83
Gestion des mauvaises herbes résistantes aux herbicides.....	83
Retarder la résistance aux herbicides ...	84
5. Annexes	85
Annexe A. Conseillers du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario (MAAO) ..	85
Annexe B. Bureaux régionaux du ministère de l'Environnement de l'Ontario	86
Annexe C. Laboratoires accrédités par le MAAO pour les analyses d'échantillons de sol, de feuilles et de substrats de culture en serre.....	87
Annexe D. Autres ressources	88
Annexe E. Services de diagnostic	90

Annexe F. Unités du système international (SI)	92
---	-----------

Annexe G. Registre de dépistage des ennemis des cultures.....	95
--	-----------

Tableaux

1. Gestion des sols, des substrats et de la qualité de l'eau	1
<i>TABLEAU 1-1. Teneurs moyennes en éléments nutritifs des feuilles de plants de pépinière sains.....</i>	<i>3</i>
<i>TABLEAU 1-2. Besoins en chaux pour corriger l'acidité du sol (mesurés à partir du pH tampon).....</i>	<i>5</i>
<i>TABLEAU 1-3. Acidification du sol à un pH de 5,0 par le soufre.....</i>	<i>6</i>
<i>TABLEAU 1-4. Interprétation des lectures de conductivité électrique (CÉ) du sol.....</i>	<i>6</i>
<i>TABLEAU 1-5. Besoins en phosphore du matériel de pépinière de plein champ pour les plantations nouvelles ou établies.....</i>	<i>7</i>
<i>TABLEAU 1-6. Besoins en potassium du matériel de pépinière de plein champ pour les plantations nouvelles ou établies.....</i>	<i>8</i>
<i>TABLEAU 1-7. Sources d'azote.....</i>	<i>8</i>
<i>TABLEAU 1-8. Sources de phosphore</i>	<i>8</i>
<i>TABLEAU 1-9. Sources de potassium</i>	<i>8</i>
<i>TABLEAU 1-10. Tableau d'équivalences en azote</i>	<i>10</i>
<i>TABLEAU 1-11. Teneur optimale en matière organique des sols agricoles.....</i>	<i>11</i>
<i>TABLEAU 1-12. Caractéristiques des couvre-sol cultivés en Ontario.....</i>	<i>12</i>
<i>TABLEAU 1-13. Taux d'épandage du fumier et apports approximatifs d'éléments nutritifs.....</i>	<i>18</i>
<i>TABLEAU 1-14. Teneur des substrats en éléments nutritifs pour la plupart des cultures en contenants selon les analyses de substrats de culture en serre.....</i>	<i>24</i>
<i>TABLEAU 1-15. Fourchettes acceptables des caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation.....</i>	<i>29</i>

2. Lutte contre les ravageurs et les maladies 31

TABLEAU 2-1. Symptômes de dégâts causés par des ravageurs et leurs causes possibles..... 44

TABLEAU 2-2. Symptômes de dégâts causés par des ravageurs et leurs causes possibles (regroupements par indices de la présence d'insectes)..... 45

TABLEAU 2-3. Principales plantes indicatrices utilisées dans les modèles phénologiques en Ontario 46

TABLEAU 2-4. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin mars au début d'avril (1-25 DJCa, Tbase 10 °C) 47

TABLEAU 2-5. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du milieu à la fin d'avril (25-55 DJCa, Tbase 10 °C) 48

TABLEAU 2-6. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin d'avril à la mi-mai (55-100 DJCa, Tbase 10 °C) 49

TABLEAU 2-7. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du milieu à la fin mai (100-150 DJCa, Tbase 10 °C) 52

TABLEAU 2-8. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin mai au début juin (150-200 DJCa, Tbase 10 °C) 54

TABLEAU 2-9. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du début au milieu de juin (200-250 DJCa, Tbase 10 °C) 56

TABLEAU 2-10. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants à la mi-juin (250-300 DJCa, Tbase 10 °C)..... 58

TABLEAU 2-11. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la mi-juin à la fin juin (300-400 DJCa, Tbase 10 °C) 59

TABLEAU 2-12. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin juin au début juillet (400-500 DJCa, Tbase 10 °C) 61

TABLEAU 2-13. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du début au milieu de juillet (500-700 DJCa, Tbase 10 °C) 62

TABLEAU 2-14. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du milieu à la fin de juillet (700-900 DJCa, Tbase 10 °C) 64

TABLEAU 2-15. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du début à la fin d'août (900-1 100 DJCa, Tbase 10 °C)..... 65

TABLEAU 2-16. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin août à la mi-septembre (1 100-1 300 DJCa, Tbase 10 °C)..... 66

TABLEAU 2-17. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la mi-septembre à la fin octobre (1 300-1 700 DJCa, Tbase 10 °C)..... 67

TABLEAU 2-18. Plantes ligneuses résistantes à *Verticillium*..... 73

TABLEAU 2-19. Plantes ligneuses sensibles à *Verticillium* 73

3. Rongeurs et cervidés 77

TABLEAU 3-1. Rodenticides 78

1. Gestion des sols, des substrats et de la qualité de l'eau

Utilisés correctement, les engrais sont un moyen économique d'obtenir des rendements élevés. Il faut toujours épandre les engrais en fonction de la fertilité du sol, qui est mesurée selon les méthodes reconnues par le MAAO (voir l'annexe C, Laboratoires accrédités par le MAAO pour les analyses d'échantillons de sol, de feuilles et de substrats de culture en serre, à la page 87). Les sols peu fertiles ont parfois besoin d'azote, de phosphore, de potassium et d'oligo-éléments en quantité au moins égale aux prélèvements par la culture. Par contre, il n'est souvent pas avantageux d'ajouter de l'engrais aux sols très fertiles ou sur lesquels on a épandu de grandes quantités de fumier, en raison des coûts élevés des engrais et, dans certains cas, du risque possible de baisse des rendements.

Matériel de pépinière de plein champ

Analyse du sol

Programme d'analyses de sol reconnues par le MAAO

Le producteur doit recourir à des services accrédités pour les analyses. Pour obtenir l'accréditation, un laboratoire doit utiliser des méthodes d'analyses reconnues par le MAAO, faire la preuve que ses analyses sont précises et justes et, en fonction des résultats d'analyse, fournir des lignes directrices sur la fertilisation selon les normes du MAAO.

Le programme d'analyses de sol reconnues par le MAAO permet d'établir les doses optimales d'engrais et de chaux. Ce programme, conjugué aux données fournies par l'analyse des tissus végétaux et à l'examen visuel des symptômes de carence, permet de déterminer les besoins exacts en engrais d'une culture donnée dans un champ donné.

Le programme fournit des lignes directrices sur les besoins en phosphore, en potasse et en magnésium ainsi que sur la quantité et le type de chaux nécessaires. Les doses indiquées dans la présente publication devraient procurer de forts rendements économiques pour peu qu'elles soient accompagnées de bonnes pratiques de gestion. On peut hausser

les rendements en utilisant une dose supérieure aux recommandations, mais cette hausse de rendement est souvent négligeable et n'en vaut pas le coût.

Analyses de sol faites par des laboratoires non accrédités

Des agriculteurs demandent au personnel du MAAO d'interpréter les résultats provenant de laboratoires qui ne sont pas accrédités. Le personnel du MAAO peut établir les doses de potasse et de phosphate requises dans la mesure où ces laboratoires utilisent correctement les mêmes méthodes d'analyse et les mêmes unités pour exprimer les résultats que les laboratoires accrédités par le MAAO.

Les analyses portant sur la capacité d'échange d'ions ainsi que sur la teneur du sol en aluminium et en cuivre ne sont pas reconnues par le MAAO, parce que rien n'indique qu'elles contribuent à améliorer la fertilité. Ainsi, des recherches ont montré que, en Ontario, l'utilisation de la capacité d'échange pour corriger la quantité de potasse nécessaire peut compromettre la fiabilité du processus d'ajustement de la fertilité du sol.

Les laboratoires qui figurent à l'annexe C, page 87, sont accrédités pour analyser les sols de l'Ontario ainsi que des tissus végétaux et des substrats de culture en serre. Il est possible que ces mêmes laboratoires puissent aussi effectuer d'autres types d'analyses qui ne sont pas reconnues par le MAAO.

Quand prélever les échantillons de sol des champs

Toujours s'y prendre suffisamment à l'avance dans le cas des analyses de sol. À l'automne, effectuer les prélèvements dans les champs qui seront fertilisés au printemps. Compte tenu de la fréquence des pluies à la fin de l'automne, les sols des champs peuvent aussi être échantillonnés plus tôt dans la saison.

Prélèvement des échantillons de sol des champs

Les échantillons de sol doivent être prélevés correctement.

- Échantillonner les sols avec une sonde ou une pelle.
- Échantillonner séparément chaque champ ou partie de champ.
- Prendre au moins 20 carottes de 15 cm de profondeur par champ ou par superficie de 5 hectares ou moins. Pour les superficies supérieures à 5 hectares, on doit augmenter proportionnellement le nombre de carottes. Aucun échantillon ne doit représenter plus de 10 hectares. Plus on prélève de carottes, plus l'analyse sera précise et représentative de la fertilité.
- Effectuer les prélèvements à intervalles réguliers le long d'un tracé en zigzag représentatif du champ dans son ensemble.
- Échantillonner séparément les parties de champ qui diffèrent par l'aspect du sol ou de la culture ou qui n'ont pas reçu les mêmes doses d'engrais, de fumier ou de chaux, même si leur superficie est trop petite pour qu'on puisse les fertiliser à part dans l'avenir.
- Ne pas effectuer de prélèvements dans les bandes de fertilisation, les dérayures ou refentes, les abords de chemins en gravier et les endroits où l'on a entassé du compost de fumier, de la chaux ou des résidus de récolte.
- Recueillir de la terre dans un seau de plastique propre. Ne pas utiliser de seau de métal galvanisé.
- Briser les mottes et bien mélanger la terre (idéalement avec les mains).
- Communiquer avec un laboratoire accrédité par le MAAO pour obtenir des boîtes à échantillons. Placer environ 250 mL de terre bien mélangée dans un sac de plastique. Mettre ensuite le sac dans la boîte à échantillons et étiqueter cette dernière (inscrire la date, le champ échantillonné, la profondeur et les autres renseignements pertinents). Aux fins du dosage de l'azote des nitrates, garder les échantillons de sol au frais (4 °C). Il est d'ailleurs préférable de garder *tous* les échantillons de sol au frais jusqu'à la livraison au laboratoire.
- Échantillonner chaque champ au moins une fois tous les deux ou trois ans.

- Joindre à chaque échantillon une feuille de renseignements sur le champ indiquant les pratiques de gestion du sol employées dans le champ visé (voir ci-dessous).

Pratiques de gestion du sol

De bonnes pratiques de gestion du sol, dont la fertilisation, jouent un rôle de premier plan dans le rendement des cultures. Pour être à même d'établir une ligne directrice de fertilisation qui soit valable, les laboratoires ont besoin de renseignements sur le champ cultivé, la culture à fertiliser, l'épandage de fumier et l'enfouissement de foin de légumineuses. Consigner les données sur chaque champ sur la feuille de renseignements qui accompagne chaque échantillon expédié pour analyse. Pour plus d'information, voir le fascicule BMP20F, *Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures*, de la série « Les pratiques de gestion optimales ».

Analyses portant sur les oligo-éléments

Les services de laboratoires reconnus par le MAAO déterminent la teneur du sol en zinc et en manganèse. Il est conseillé de compléter les résultats d'analyse par une analyse des tissus végétaux et un examen visuel des symptômes de carence. Par contre, il n'existe pas de services accrédités par le MAAO portant sur la teneur en bore, en cuivre, en fer ou en molybdène.

- Le manganèse est moins disponible dans les sols à pH élevé. Ne pas ajouter plus de chaux que nécessaire pour corriger le degré d'acidité du sol.
- On peut prévenir les carences en zinc en luttant contre l'érosion et en épandant du fumier. Au besoin, les pulvérisations foliaires et l'application d'engrais à base de zinc peuvent permettre d'atténuer les symptômes d'une carence en zinc.
- Si les résultats d'analyse du sol sont supérieurs à 200, il peut y avoir eu une contamination.

Échantillonnage du sol en vue du dosage des oligo-éléments

Il est important de prélever correctement les échantillons de sol. Se reporter à la rubrique « Prélèvement des échantillons de sol des champs » ci-haut, pour connaître la méthode à utiliser. Les carences en oligo-éléments se retrouvent fréquemment en des endroits précis et peu étendus.

Si tel est le cas, des échantillons de sol ou de tissus végétaux prélevés à la grandeur du champ ne permettront probablement pas de déceler une éventuelle carence. Il est préférable d'échantillonner séparément les zones pouvant poser un problème.

Utiliser des contenants en plastique propres et en bon état. Les échantillons de sol peuvent être facilement contaminés par des outils et des contenants d'échantillonnage sales ou poussiéreux. Ne pas utiliser de contenants en métal pour recueillir et mélanger les échantillons. Le contact avec des outils d'échantillonnage galvanisés (plaqués de zinc) fait augmenter la teneur en zinc de l'échantillon.

Analyse de tissus végétaux — Analyse foliaire

L'analyse foliaire est le meilleur moyen de diagnostiquer les problèmes relatifs aux oligo-éléments. Elle révèle la teneur en éléments nutritifs des tissus végétaux. Le MAAO utilise les résultats des analyses foliaires pour diagnostiquer des carences nutritives des plants de pépinière produits en plein champ ou en contenants. Le tableau 1-1, *Teneurs moyennes en éléments nutritifs des feuilles de plants de pépinière sains* ci-dessous, indique les teneurs normales en éléments nutritifs des plants de pépinière. Il est à noter que les teneurs équivalentes dans les plants déjà établis peuvent être légèrement inférieures.

Quand échantillonner des tissus végétaux

Les teneurs en éléments nutritifs dans la plante varient considérablement avec l'âge de celle-ci. Pour les analyses de routine, il est préférable de prélever les échantillons de tissus en juillet ou au début d'août, mais les analyses peuvent être faites à tout autre moment de l'année si des symptômes de carence sont visibles.

Comment échantillonner des tissus végétaux

Il est important de bien échantillonner les tissus végétaux. Pour les arbres à feuilles caduques et les arbustes à feuillage large persistant, choisir environ 50 feuilles totalement déployées qui se trouvent à mi-hauteur des pousses de l'année. Pour les conifères, choisir 15 à 20 pousses de l'année d'une longueur approximative de 10 cm chacune, détacher les aiguilles et les rincer à l'eau distillée (jeter les brindilles). Expédier directement au laboratoire les échantillons de tissus végétaux fraîchement cueillis. Si l'expédition immédiate des échantillons est impossible, les sécher à l'air libre et les expédier dans des sacs en papier pour qu'ils ne pourrissent pas. Soumettre également un échantillon de feuilles saines prélevées sur des arbres avoisinants pour permettre la comparaison.

Voir la liste des laboratoires et des analyses effectuées par chacun à l'annexe C, page 87.

TABEAU 1-1. Teneurs moyennes en éléments nutritifs des feuilles de plants de pépinière sains

Élément nutritif	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	B ppm	Fe ppm
Culture en champ										
conifères	1,7	0,24	1,0	1,0	0,2	88	6	31	35	87
arbres et arbustes à feuillage persistant	2,3	0,27	1,1	2,5	0,3	25	5	27	42	120
arbres et arbustes à feuilles caduques	2,8	0,25	1,7	2,4	0,4	62	7	25	58	133
Culture en contenants										
conifères, arbres et arbustes à feuillage persistant	2,5	0,4	1,4	2,0	0,3	52	5	24	48	127

Notion de pH du sol

Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité exprimée sur une échelle de 0 à 14. Le nombre du milieu de l'échelle (7) indique un pH neutre; les valeurs inférieures à 7 indiquent une acidité croissante, alors que les valeurs supérieures à 7 indiquent une alcalinité croissante. En général, on utilise de la chaux pour élever le pH (rendre le sol plus alcalin) et du soufre pour l'abaisser (rendre le sol plus acide). Les analyses de sol aident à identifier tout ajustement nécessaire du pH.

Le pH du sol et la disponibilité des éléments nutritifs

- Bien des sols en Ontario ont un pH alcalin. La solubilité (et, par conséquent, la biodisponibilité) d'éléments comme le fer (Fe) et le manganèse (Mn) diminue à mesure que le pH s'accroît, c'est-à-dire lorsqu'il dépasse 6,0. Les symptômes de carence en fer et en manganèse sont des feuilles jaunes aux nervures vertes, une affection appelée chlorose internervale. Les carences en manganèse du sol sont plus fréquentes que les carences en fer.
- La plupart des plants de pépinière poussent bien dans des sols dont le pH se situe entre 5,0 et 7,2.
- Des végétaux comme l'érable rouge, le pin, le chêne rouge, le tulipier et le bouleau peuvent souffrir d'une chlorose internervale due à une carence en fer ou en manganèse, ou aux deux, si le pH est supérieur à 6,5.
- Le pH des planches où l'on va semer des éricacées et des conifères doit être inférieur à 6,5.
- L'utilisation à long terme d'engrais comme le sulfate d'ammonium, le nitrate d'ammonium, l'urée, le sulfate de potassium et le phosphate monoammonique abaisse graduellement le pH du sol après plusieurs années. Ce phénomène, qui est particulièrement marqué dans les sols sablonneux légers, peut être corrigé par le chaulage.
- L'ammoniac anhydre entraîne une hausse prononcée, mais passagère, du pH du sol peu après son application.
- Le superphosphate et le chlorure de potassium (muriate de potasse) ont peu d'effets, voire aucun, sur le pH du sol.

Mesure du pH tampon du sol

Selon leur teneur en argile et en matière organique, des sols de types différents mais dont le pH est identique nécessiteront des quantités de chaux ou de soufre différentes pour atteindre le pH recherché. Lorsque le sol est acide (pH inférieur à 7), une analyse de sol supplémentaire — le test du pH tampon — permet de déterminer la quantité de chaux qu'on doit fournir à un sol pour atteindre le pH visé. La quantité de chaux nécessaire est également déterminée par le pH visé pour la culture. Plus la valeur du pH tampon du sol révélée par l'analyse de sol est faible, plus il faudra de chaux pour neutraliser l'acidité. Voir le tableau 1–2. *Besoins en chaux pour corriger l'acidité du sol (mesurés à partir du pH tampon)*, à la page 5.

Genre de chaux

En Ontario, on trouve à la fois de la chaux calcitique et de la chaux dolomitique. La chaux calcitique est composée surtout de carbonate de calcium, tandis que la chaux dolomitique est un mélange de carbonates de calcium et de magnésium. La chaux dolomitique, qui est une excellente source de magnésium bon marché pour les sols acides, doit être utilisée dans les sols acides dont l'analyse en magnésium indique une valeur de 100 ppm ou moins. On peut utiliser de la chaux calcitique ou dolomitique dans les sols dont la teneur en magnésium est supérieure à 100 ppm.

Qualité de la chaux

L'efficacité de la chaux à réduire l'acidité du sol dépend du pouvoir neutralisant et de la granulométrie de la chaux. Le *pouvoir neutralisant* correspond à la quantité d'acide qu'une certaine quantité de chaux complètement dissoute peut neutraliser. Il est exprimé en pourcentage du pouvoir neutralisant du carbonate de calcium à l'état pur. De la chaux qui neutralise 90 % de ce que peut neutraliser le carbonate de calcium pur a un pouvoir neutralisant de 90. De façon générale, plus la teneur en calcium et en magnésium de la chaux est forte, moins la quantité de chaux à appliquer est grande.

La *granulométrie* renvoie à la taille des particules de chaux. La chaux réduite en particules fines a un meilleur pouvoir neutralisant que celle qui est laissée en particules grossières. Les morceaux de roche

calcaire offrent une surface de contact beaucoup moins grande avec le sol acide que la chaux finement broyée; ils neutralisent donc l'acidité beaucoup plus lentement.

Indice agricole de la chaux

Le MAAO utilise l'indice agricole pour comparer le pouvoir neutralisant d'échantillons de chaux différents. La chaux qui a un indice agricole élevé vaut proportionnellement plus que la chaux ayant un indice plus faible, puisqu'il en faut moins pour atteindre un même résultat.

Par exemple, si l'indice agricole de la chaux moulue A est de 40 et celui de la chaux moulue B est de 80, le taux d'application de A pour un sol donné doit être le double du taux d'application de B pour produire le même effet. Donc, la chaux A vaut la moitié du prix de la chaux B par tonne.

Les lignes directrices du MAAO pour les analyses de sol sont basées sur une chaux ayant un indice agricole de 75. Pour calculer le taux d'application de la chaux d'une qualité différente, on utilise la formule ci-dessous :

Calcul des taux d'application de chaux

$$\text{Taux d'application} = \frac{75}{\text{indice agricole}} \times \begin{matrix} \text{taux d'application} \\ \text{basé sur} \\ \text{l'analyse de sol} \end{matrix}$$

TABLEAU 1-2. Besoins en chaux pour corriger l'acidité du sol (mesurés à partir du pH tampon)

Chaux requise en tonnes/ha (en fonction d'un indice agricole de 75)		
pH tampon	pH du sol visé = 6,5	pH du sol visé = 6,0
	Quantité de chaux si le pH du sol est inférieur à 6,1	Quantité de chaux si le pH du sol est inférieur à 5,6
7,0	2	0
6,5	3	2
6,0	9	6
5,5	17	12
5,0	20	20

Élévation du pH du sol

Lorsque les résultats de l'analyse de sol indiquent que le pH doit être élevé, on utilise de la chaux. Le tableau 1-2, *Besoins en chaux pour corriger l'acidité du sol (mesurés à partir du pH tampon)*, ci-contre donne les taux généraux d'application de chaux permettant d'obtenir le pH approprié pour la plupart des cultures, d'après le pH et le pH tampon du sol.

Profondeur d'enfouissement

Les quantités de chaux recommandées dans le tableau devraient faire augmenter le pH au niveau visé dans les 15 premiers centimètres de sol. Selon la profondeur de travail du sol, il faudra augmenter ou réduire ces quantités pour atteindre le pH visé.

Abaissement du pH du sol

Compte tenu des coûts en jeu, il est peu envisageable d'acidifier de larges superficies de sol alcalin (pH supérieur à 7). Le pH varie beaucoup dans de nombreux champs du Sud de l'Ontario. On peut prélever plusieurs échantillons de sol un peu partout dans le champ et s'en servir pour dresser une carte détaillée du pH du sol, peut-être avec l'aide d'un outil technologique comme le GPS. Il est recommandé de planter des cultures ayant besoin d'un sol acide dans les zones où le pH est peu élevé, selon la carte des sols établie. Il faut éviter de cultiver des espèces acidiphiles dans les sols ayant un pH élevé, car ceux-ci ne pourront pas fournir les éléments nutritifs nécessaires.

Si le pH d'origine ne dépasse pas 7, le soufre est l'élément de choix pour abaisser le pH du sol. On utilise aussi d'autres substances acidifiantes (comme le sulfate d'aluminium ou le sulfate de fer), mais elles sont moins efficaces que le soufre et peuvent se révéler phytotoxiques. Il faut ajouter du soufre au moins tous les deux ans de sorte que le pH reste au niveau voulu. Le pH du sol doit être vérifié au printemps. Au besoin, épandre du soufre aux doses recommandées pour faciliter l'obtention du pH approprié (voir le tableau 1-3, *Acidification du sol à un pH de 5,0 par le soufre*, qui figure à la page suivante). On peut aussi abaisser le pH sur de petites surfaces en remplaçant le sol ou en l'amendant avec de grosses quantités de mousse de tourbe acide ou d'un autre matériau organique acide. Il faut vérifier

au préalable le pH des matières organiques, car des amendements tels que le terreau de feuilles, le compost ou certaines mousses de tourbe peuvent être alcalins plutôt qu'acides.

TABEAU 1-3. Acidification du sol à un pH de 5,0 par le soufre

Apport de soufre élémentaire exprimé en kg/100 m ² requis chaque année pour deux années successives		
pH initial	Type de sol	
	Sable	Loam
7,0	7,4	22,6
6,5	6,0	17,5
6,0	4,0	12,0
5,5	2,0	6,0

Sels minéraux solubles dans le sol

De fortes concentrations de sels solubles dans le sol nuisent à l'absorption de l'eau par les végétaux. Elles peuvent empêcher ou retarder la germination des graines, tuer les plants nouvellement transplantés et ralentir sérieusement leur croissance ainsi que celle des plants établis. Les concentrations de sels solubles sont révélées par la mesure de la conductivité électrique (CÉ). Celle-ci est exprimée en millisiemens/centimètre (mS/cm). Voir le tableau 1-4, *Interprétation des lectures de conductivité électrique (CÉ) du sol*, sur la présente page. Ce tableau permet d'interpréter les lectures de conductivité obtenues dans les sols de l'Ontario à l'aide d'un mélange pâteux contenant deux parties d'eau pour une partie de sol.

Les sols de l'Ontario sont naturellement pauvres en sels solubles. Puisque les sels solubles ne posent que rarement des problèmes pour la production agricole, ils ne sont pas systématiquement mesurés lors des analyses de sol. La présence de sels solubles dans les sols peut être le résultat d'apports excessifs d'engrais, du ruissellement d'eaux contenant du sel épandu sur les routes ou de déversements de produits chimiques. Le problème s'accroît si le sol est sec et que les concentrations de sels sont élevées. L'amélioration du drainage du sol pour favoriser le lessivage naturel peut contribuer à réduire les quantités de

sels solubles. Les agriculteurs qui soupçonnent une concentration élevée de sels solubles dans le sol peuvent envoyer un échantillon de sol à un laboratoire accrédité par le MAAO pour une évaluation de la CÉ du sol. Se reporter à la rubrique « Prélèvement des échantillons de sol des champs », à la page 2, pour obtenir des directives sur l'échantillonnage.

TABEAU 1-4. Interprétation des lectures de conductivité électrique (CÉ) du sol

CÉ (mS/cm)	Cote	Réaction de la plante
0-0,25	Faible	Convient à la plupart des plantes lorsque les doses moyennes d'engrais sont utilisées.
0,26-0,45	Modérée	Convient à la plupart des plantes lorsque les doses moyennes d'engrais sont utilisées.
0,46-0,70	Élevée	Peut réduire la levée des semis et causer des dommages de légers à graves aux plantes sensibles au sel.
0,71-1,00	Excessive	Peut empêcher la levée des semis et causer des dommages de légers à graves aux plantes herbacées et aux jeunes plantes ligneuses.
plus de 1,00	Excessive	Faible levée des semis; possibilité de dommages aux plantes herbacées et aux jeunes plantes ligneuses.

Les laboratoires accrédités par le MAAO établissent la teneur en sels solubles en mesurant la conductivité électrique (CÉ) d'une solution aqueuse contenant un échantillon du sol. Plus la concentration en sels solubles est élevée, plus la CÉ est grande. Si l'analyse révèle un excès de salinité, on peut y remédier en arrosant abondamment le terrain.

Fertilisation

Fertilisation des plants de pépinière de plein champ

Il faut fertiliser régulièrement les plants de pépinière pour obtenir une croissance optimale et réaliser le maximum de profit. Qu'ils soient secs ou liquides,

les engrais donnent des résultats similaires. Il faut donc choisir la formulation qui convient le mieux en fonction des résultats de l'analyse de sol, de la disponibilité des différentes préparations d'engrais, du genre de matériel d'épandage utilisé, des coûts d'épandage et du prix au kilogramme des éléments nutritifs. Consulter les tableaux 1-7 à 1-10, aux pages 8 à 10, pour choisir la composition appropriée de l'engrais.

Les renseignements du MAAO basés sur les résultats d'analyse du sol sont fiables pour ce qui est du phosphore et du potassium. Voir le tableau 1-5, *Besoins en phosphore du matériel de pépinière de plein champ pour les plantations nouvelles ou établies*, sur la présente page et le tableau 1-6, *Besoins en potassium du matériel de pépinière de plein champ pour les plantations nouvelles ou établies*, à la page 8. Comme les teneurs du sol en azote changent rapidement, on ne doit pas se fier aux analyses de sol en ce qui concerne cet élément.

Fertilisation des lits de semences et des lits de transplantation

Avant la plantation au printemps, incorporer environ 50 kg d'azote actuel/ha. Des espèces à croissance particulièrement rapide peuvent nécessiter des apports d'azote supplémentaires. Ajouter de la matière organique, comme du fumier décomposé ou du compost, à raison d'environ 45 t/ha. Les engrais verts enfouis dans le sol sont aussi une bonne source de matière organique. Ajuster les doses d'engrais azotés si du fumier est épandu. Voir le tableau 1-13, *Taux d'application du fumier et apports approximatifs d'éléments nutritifs*, à la page 18. L'apport de matière organique fraîche, non décomposée et renfermant peu d'azote nécessite l'incorporation d'azote qui sert à compenser la décomposition microbienne. Par exemple, pour chaque tonne de sciure de bois fraîche utilisée, ajouter 15 kg d'azote actuel. Au moment de préparer les lits de semences et de transplantation, incorporer la quantité de phosphore et de potassium préconisée par l'analyse de sol. Au début du printemps de la deuxième saison, ajouter la quantité de phosphore et de potassium qu'indique l'analyse de sol ainsi que de l'azote à raison de 50 à 75 kg/ha.

TABEAU 1-5. Besoins en phosphore du matériel de pépinière de plein champ pour les plantations nouvelles ou établies (extraction du phosphore au moyen de bicarbonate de sodium 0,5 N)

Phosphore (bicarbonate de sodium 0,5 N utilisé comme agent extractant)

Résultat de l'analyse du sol (ppm)	Cote d'efficacité*	Besoins en phosphate (P_2O_5) (kg/ha)	
		Nouvelle plantation	Plantation établie
0-3	EÉ	140	100
4-5	EÉ	130	90
6-7	EÉ	120	80
8-9	EÉ	110	70
10-12	EÉ	100	70
13-15	EÉ	90	60
16-20	EM	70	50
21-25	EM	60	40
26-30	EM	50	30
31-40	EM	40	20
41-50	EF	0	0
51-60	ETF	0	0
61-80	EN	0	0
80+	EN	0	0

***Explication des cotes d'efficacité**

Efficacité	Probabilité que la fertilisation soit rentable
Efficacité élevée (EÉ)	Élevée (dans la plupart des cas)
Efficacité moyenne (EM)	Moyenne (dans à peu près la moitié des cas)
Efficacité faible (EF)	Faible (dans peu de cas)
Efficacité très faible (ETF)	Très faible (dans très peu de cas)
Efficacité nulle ou négative (EN)	Inexistante (jamais)

TABEAU 1-6. Besoins en potassium du matériel de pépinière de plein champ pour les plantations nouvelles ou établies (extraction du potassium au moyen de nitrate d'ammonium 1 N)**Potassium (nitrate d'ammonium 1 N utilisé comme agent extractant)**

Résultat de l'analyse du sol (ppm)	Cote d'efficacité*	Besoins en potasse (K ₂ O) (kg/ha) (plantation nouvelle ou établie)
0-15	EÉ	130
16-30	EÉ	120
31-45	EÉ	110
46-60	EÉ	100
61-80	EÉ	90
81-100	EÉ	80
101-120	EM	70
121-150	EM	60
151-180	EM	40
181-210	EF	0
211-250	ETF	0
250+	EN	0

***Explication des cotes d'efficacité**

Efficacité	Probabilité que la fertilisation soit rentable
Efficacité élevée (EÉ)	Élevée (dans la plupart des cas)
Efficacité moyenne (EM)	Moyenne (dans à peu près la moitié des cas)
Efficacité faible (EF)	Faible (dans peu de cas)
Efficacité très faible (ETF)	Très faible (dans très peu de cas)
Efficacité nulle ou négative (EN)	Inexistante (jamais)

TABEAU 1-7. Sources d'azote

Engrais azoté	% d'azote (N)	Autres éléments fournis
Nitrate d'ammonium	34	—
Urée	46	—
Nitrate d'ammonium et de calcium	27	4-6 % de calcium (Ca), 0-2 % de magnésium (Mg)
Sulfate d'ammonium	21	24 % de soufre (S)
Nitrate de calcium	15	19 % de calcium (Ca)
Nitrate de potassium	12	44 % de potasse

TABEAU 1-8. Sources de phosphore

Engrais phosphoré	% P ₂ O ₅	Autres éléments fournis
Superphosphate simple	20	20 % de calcium (Ca), 12 % de soufre (S)
Superphosphate triple	44-46	21 % de calcium (Ca)
Phosphate monoammonique (11-52-0)	48-52	11 % d'azote (N)
Phosphate diammonique (18-46-0)	46	18 % d'azote (N)

TABEAU 1-9. Sources de potassium

Engrais potassique	% K ₂ O	Autres éléments fournis
Chlorure de potassium (muriate)	60-62	—
Sulfate de potassium	50	18 % de soufre (S)
Sulfate de potasse et de magnésium	22	11 % de magnésium (Mg), 20 % de soufre (S)
Nitrate de potassium	44	12 % d'azote (N)

Fertilisation des plants établis, en plein champ

Faire les apports d'engrais en fonction des résultats basés sur le dosage du phosphore et du potassium dans le sol. Voir le tableau 1-5 à la page 7 et le tableau 1-6 à la page 8. Comme il a été mentionné précédemment, les teneurs du sol en azote changent rapidement, de sorte qu'on ne doit pas se fier aux analyses de sol en ce qui concerne cet élément.

La quantité réelle de chaque élément nutritif présent dans les engrais courants peut varier considérablement. Les tableaux 1-7, 1-8 et 1-9 qui figurent à la page 8 permettent de déterminer les quantités réelles d'azote, de phosphore et de potassium se trouvant dans les sources courantes d'engrais. Utiliser le tableau 1-10, ainsi que les tableaux 1-7 à 1-9, pour connaître la quantité d'engrais qui fournira une quantité précise d'azote élémentaire sur une superficie donnée quand on connaît la teneur en azote de l'engrais.

Appliquer les engrais au printemps, une ou deux semaines avant la reprise de la végétation (soit juste avant le débourrement ou la levée de la première pousse).

Pour éviter toute croissance végétative pendant l'automne, il faut éviter d'épandre de grandes quantités d'azote après la mi-juillet. On pourra utiliser de l'azote en faible quantité tout au long de la saison ou l'épandre sous forme d'engrais à libération lente.

La fertilisation automnale peut être un excellent moyen de favoriser l'assimilation de l'azote et la croissance des végétaux dans le cas des cultures vivaces. En général, on obtient une meilleure croissance au printemps si la fertilisation a été faite à l'automne plutôt qu'au printemps. À l'automne, une fois que la croissance de la partie aérienne s'est arrêtée et que le risque de stimuler la croissance est écarté (fin septembre à fin octobre), appliquer au plus le tiers de la quantité totale d'engrais requise pendant l'année. Les racines de la plupart des cultures de pépinière continuent à croître et à absorber des éléments nutritifs aussi longtemps que la température du sol demeure au-dessus de 5 °C. Lorsqu'il n'est pas absorbé rapidement par les racines, l'azote est perdu par lessivage dans le sol ou piégé par l'activité bactérienne. Il est suggéré

de répartir en plusieurs applications la quantité totale d'azote requise annuellement afin de réduire les pertes au minimum. On recommande de faire des applications de 100 à 150 kg d'azote actuel/ha annuellement. Des espèces à croissance rapide peuvent nécessiter des apports d'azote supplémentaires dans des conditions de croissance particulières.

Pour une fertilité optimale, les sols sableux ont besoin de plus d'engrais azoté et d'engrais potassique que les sols argileux. Lorsqu'on ne dispose d'aucune analyse de sol, on applique 100 kg d'azote actuel par hectare selon le ratio 3-1-2. Éviter d'épandre des engrais à la fin de l'automne ou l'hiver. Ils ne seront pas absorbés à cause des températures froides du sol et risquent d'être emportés par les eaux de ruissellement.

Utiliser le tableau 1-10, *Tableau d'équivalences en azote*, de la page suivante pour connaître la quantité d'engrais qui fournira une quantité précise d'azote élémentaire.

Fertilisation des aménagements paysagers

La plupart des sols sont suffisamment fertiles pour permettre aux plantes de croître sans difficulté. En général, il n'est donc pas nécessaire de les fertiliser. Cependant, la santé et la texture des sols ainsi que leur capacité de retenir les éléments nutritifs peuvent poser un problème dans les nouveaux sites résidentiels ou commerciaux, en particulier ceux aménagés au cours des 20 ou 30 dernières années. La fertilisation doit tenir compte de l'analyse de sol, des caractéristiques du sol, du type de plantes utilisées et du niveau de croissance désiré. L'ajout de matières organiques, la fertilisation et l'amélioration de l'aération du sol dans la zone racinaire peuvent contribuer à accroître les chances de reprise des plants après leur transplantation et à améliorer leur vigueur pendant des années.

Les arbres plantés dans les aires gazonnées bénéficient des engrais destinés à la pelouse. Épandre un engrais sans herbicide à un taux légèrement plus élevé que pour le gazon. Tout engrais complet à forte teneur en azote conviendra pour les arbres et les arbustes. La plupart des études montrent que les plantes répondent mieux à l'azote qu'au

phosphore ou au potassium. Distribuer la quantité d'engrais prescrite uniformément à la surface du sol. Commencer à appliquer l'engrais au sol bien au-delà de la limite du feuillage (à une distance maximale du tronc équivalant au double de celle qui sépare celui-ci de la limite du feuillage). Poursuivre en couvrant les deux tiers de la longueur des branches, de leur extrémité vers le tronc. Si l'aire est partiellement revêtue, réduire proportionnellement les quantités d'engrais appliquées. Dans les aménagements paysagers, appliquer 1,0 à 1,5 kg d'azote actuel par 100 m². Irriguer abondamment après l'épandage d'engrais. Il pourra être nécessaire d'augmenter les doses d'engrais si les arbres manquent de vigueur ou lorsque la saison de croissance se prolonge ou que le sol est sablonneux et bien drainé.

On peut fractionner les quantités d'engrais à appliquer durant l'année. Appliquer les engrais au printemps après l'apparition des premières pousses. Épandre de nouveau de l'engrais à l'automne lorsque la croissance apicale est terminée, une fois que les risques de stimuler la croissance sont écartés (fin septembre à fin octobre). Épandre au plus le tiers de la quantité annuelle d'éléments nutritifs à l'automne. Les engrais ne doivent pas être épandus à la volée sur les sols gelés ou saturés en raison des risques de ruissellement. *Afin d'éviter de stimuler la croissance foliaire à l'automne, s'abstenir d'épandre de grandes quantités d'engrais azoté à libération rapide entre la mi-juillet et la mi-septembre.*

Les engrais qui sont épandus en une seule fois doivent contenir au moins 60 % de produit à libération lente parce que les éléments nutritifs deviennent accessibles petit à petit et qu'on réduit ainsi le risque de lessivage. Les engrais à libération lente peuvent aussi être injectés sous pression dans le sol. C'est là un bon moyen de faire en sorte que les éléments nutritifs demeurent dans la zone racinaire et soient ainsi absorbés. Si le sol a besoin d'être aéré ou qu'il importe de ne pas trop stimuler la croissance de la végétation en surface, il est conseillé d'utiliser une méthode subsuperficielle comme on le fait pour les arbres.

TABLEAU 1-10. Tableau d'équivalences en azote

% N dans l'engrais	Kilogrammes d'engrais fournissant		
	0,5 kg d'azote actuel/100 m ²	50 kg d'azote actuel/ha	100 kg d'azote actuel/ha
5	10	1 000	2 000
6	8,33	833	1 667
7	7,14	714	1 429
8	6,25	625	1 250
9	5,55	556	1 111
10	5,00	500	1 000
11	4,55	455	909
12	4,16	417	833
13	3,84	385	769
14	3,57	357	714
15	3,33	333	667
16	3,12	313	625
17	2,94	294	588
18	2,77	278	556
19	2,63	263	526
20	2,50	250	500
21	2,38	238	476
22	2,27	227	455
23	2,17	217	435
24	2,08	208	417
25	2,00	200	400
26	1,92	192	385
27	1,85	185	370
28	1,79	179	357
29	1,72	172	345

% N dans l'engrais	Kilogrammes d'engrais fournissant		
	0,5 kg d'azote actuel/100 m ²	50 kg d'azote actuel/ha	100 kg d'azote actuel/ha
30	1,67	167	333
31	1,61	161	323
32	1,56	156	313
33	1,50	152	303
34	1,47	147	294
35	1,43	143	286
46	1,09	109	217

Taux d'application des engrais

Utiliser la méthode ci-dessous pour calculer le taux d'application d'azote de n'importe quel engrais azoté.

$$\text{kg d'engrais par 100 m}^2 = \frac{100}{\% \text{ N dans l'engrais}} \times (0,5 \text{ kg N/100 m}^2)$$

Multiplier le résultat par 100 pour connaître le taux d'engrais en kg/ha.

Amendements organiques du sol

Teneur du sol en matière organique

La matière organique assure au sol sa cohésion structurale, son aération et sa perméabilité à l'eau. La structure du sol et l'aération favorisent le développement du système racinaire et la croissance des plantes, tandis qu'une pénétration rapide de l'eau dans le sol diminue les risques d'érosion hydrique. La matière organique perdue ou dégradée pendant les opérations culturales doit être remplacée par l'apport périodique de matière organique. Le tableau 1-11, *Teneur optimale en matière organique des sols agricoles*, de la présente page indique le pourcentage idéal de matière organique que devraient contenir les différents types de sols.

TABLEAU 1-11. Teneur optimale en matière organique des sols agricoles

Type de sol	% optimal de matière organique
Sols sableux	2-4 +
Loams sableux	3-4 +
Loams	4-5 +
Loams argileux	4-5 +
Sols argileux	4-6 +

Cultures couvre-sol

Les cultures couvre-sol peuvent jouer un rôle de premier plan dans la gestion des sols. Elles protègent le sol contre l'érosion et maintiennent ou améliorent ses propriétés en l'enrichissant de matière organique. Pour tirer profit au maximum des cultures couvre-sol, les semer à la fin de l'été ou à l'automne peu de temps après la récolte. Les semis à la volée et l'incorporation des semences de couvre-sol sont assez efficaces pour l'implantation, mais les semis directs favorisent une implantation plus rapide et plus uniforme. Se reporter au tableau 1-12, *Caractéristiques des couvre-sol cultivés en Ontario*, qui figure à la page 12 pour obtenir d'autres renseignements sur les cultures couvre-sol courantes en Ontario.

TABEAU 1-12. Caractéristiques des couvre-sol cultivés en Ontario

Espèce	Moment habituel des semis	Taux de semis kg/ha	Potentiel de fixation de l'azote ^a	Survie hivernale	Problèmes d'infestation posés par la repousse	Type de nématode ^b	
						des racines	cécidogène
Graminées							
Ray-grass	avril à mai ou août au début septembre	13–17	modéré	Ray-grass annuel et d'Italie : survie partielle Ray-grass vivace : survie hivernale	non	–	–
Céréales de printemps	mi-août à septembre	100–125	modéré à élevé	destruction par le gel intense	non	+	–
Sorgho du Soudan	juin à août	50	modéré à élevé	destruction par le gel	non	NH ^b	–
Millet perlé fourrager	juin à août	9–10	modéré à élevé	destruction par le gel	non	NH ^b	NH ^b
Blé d'automne	septembre à octobre	100–125	modéré à élevé	bonne survie hivernale	non	+	NH
Seigle d'automne	septembre à octobre	100–125	modéré à élevé	très bonne survie hivernale	non	+ ^c	NH
Légumineuses ^d							
Vesce velue	août	20–30	faible à modéré (fixe l'azote)	survie hivernale	non	++	+
Trèfle rouge	mars à avril	8–10	faible à modéré (fixe l'azote)	survie hivernale	non	++	+++
Mélicot	mars à avril	8–10	faible à modéré (fixe l'azote)	survie hivernale	non	–	–
Dicotylédones autres que des légumineuses							
Sarrasin	juin à août	50–60	modéré	destruction par le premier gel	oui	+++	NH
Radis oléagineux ^e	mi-août à début septembre	10–14	élevé	destruction par le gel intense	oui	NH ^b	NH ^b

Cotes de classement (nématodes) : – = hôte rare ou non-hôte + = peut être hôte NH = non-hôte

^a Le potentiel de fixation de l'azote dépend de la date de semis, de l'établissement du peuplement et des conditions de croissance. Les couvre-sol qui ne survivent pas à l'hiver peuvent accumuler d'importantes quantités d'azote dans leurs tissus durant l'automne. Les couvre-sol qui survivent à l'hiver accumuleront une plus grande proportion d'azote au printemps. Les légumineuses fixatrices d'azote utilisent moins bien l'azote résiduel.

^b Des différences variétales entre les espèces de cultures couvre-sol peuvent influencer sur la réaction des nématodes. Il faut choisir la variété qui convient de sorte que la culture couvre-sol ne soit pas un hôte de nématodes compte tenu des différences variétales consignées. Il y a des variétés qui peuvent faire augmenter les populations de nématodes.

^c La cote pour l'ensemble de la saison serait plus élevée dans le cas du seigle (+++).

^d Certaines maladies attribuables à *Pythium* et à *Phytophthora* peuvent être plus graves après une culture de couvre-sol de légumineuses.

^e Les résidus de radis oléagineux peuvent être toxiques ou allélopathiques pour la culture suivante si celle-ci est semée trop peu de temps après une culture d'engrais vert. Laisser les résidus d'engrais vert se décomposer ou dessécher avant de semer la culture suivante.

Graminées

Les graminées ont des racines fines et fasciculées qui sont bien adaptées pour retenir le sol en place et en améliorer la structure. Les espèces de graminées qui conviennent le mieux comme culture de couverture ont une croissance rapide et sont relativement faciles à détruire, de façon chimique ou mécanique ou par le gel. Les graminées ne fixent pas l'azote, mais peuvent piéger d'importantes quantités d'azote résiduel laissé dans le champ après la récolte.

Ray-grass (annuel, d'Italie ou vivace)

Le ray-grass est semé, par semis direct, au printemps ou du mois d'août à la mi-septembre. Les semis avec une culture-abri, au printemps, ou à la volée dans une culture de maïs, entre la fin juin et le début juillet, donnent aussi d'assez bons résultats. C'est le ray-grass annuel qui fournit le plus de végétation dans l'année du semis, épiant souvent au bout de six à huit semaines après le semis. Le ray-grass d'Italie (bisannuel) ne vient pas en épi l'année du semis et produit donc beaucoup moins de feuillage cette année-là. Toutefois, parmi les trois espèces, c'est le ray-grass d'Italie qui a le système racinaire le plus développé et le plus dense. Le ray-grass annuel et le ray-grass d'Italie subissent habituellement beaucoup de destruction par le gel bien que, à l'occasion, une partie du peuplement puisse survivre. Le ray-grass vivace, appelé aussi ray-grass anglais, survit habituellement bien à l'hiver.

Mise en garde

L'établissement et la croissance du ray-grass peuvent être insatisfaisants par temps très chaud et très sec. Par ailleurs, le travail du sol au cultivateur ou au pulvérisateur à disques n'est généralement pas suffisant pour détruire une prairie de ray-grass qui a survécu à l'hiver. L'azote immobilisé dans le ray-grass se dégage plus lentement que celui qui est immobilisé dans d'autres cultures de couverture.

Céréales de printemps (avoine, orge, blé de printemps, etc.)

Les céréales de printemps peuvent être des cultures couvre-sol économiques et d'entretien facile. Les plants qui ont été semés entre la mi-août et la mi-septembre auront une partie aérienne mesurant

de 20 à 40 cm aux premières gelées. Les couvre-sol semés tôt pourront produire des graines sous des températures douces et pluvieuses, mais le nombre de semences viables sera habituellement peu élevé. En général, les céréales de printemps utilisées comme cultures de couverture sont détruites par les gels tardifs et intenses. On laisse parfois la repousse de céréales de printemps croître jusqu'aux gelées, tirant ainsi profit de leur utilité comme plantes couvre-sol. Toutefois, ces peuplements peuvent manquer d'uniformité. La plupart des céréales de printemps qui ne survivent pas à l'hiver laissent peu de résidus pouvant nuire aux semis hâtifs.

Mise en garde

Lorsque les semis sont faits très tôt, la culture a le temps de produire une masse végétale abondante avant les gelées. Laissé en surface à l'automne, ce tapis de résidus de culture entrave l'assèchement et le réchauffement du sol au printemps et peut donc retarder la plantation des semis hâtifs. Les buttes sensibles à l'érosion, où les céréales de printemps ont parfois de la difficulté à pousser, peuvent être complètement dénudées le printemps venu.

Sorgho du Soudan et millet perlé fourrager

Le sorgho du Soudan et le millet perlé fourrager sont des graminées de saison chaude. Ils sont extrêmement sensibles au gel. Ils possèdent un système racinaire important, et la partie aérienne des plants est abondante. Ils représentent tous deux un bon choix comme engrais vert de mi-été après la récolte de légumes hâtifs comme les pois, le maïs sucré ou les concombres.

Les semis se font après que tout risque de gel est écarté, vers la mi-juin jusqu'au début d'août. Ces cultures profiteront des températures chaudes du début et du milieu de l'été. Un apport de 50 kg d'azote à l'hectare aidera la culture à produire un maximum de tiges et de feuilles. Il est conseillé d'effectuer un traitement herbicide de présemis pour favoriser l'établissement. Le gel permettra de lutter contre les graminées du début au milieu de l'automne. S'il est toutefois nécessaire de traiter plus tôt, la plupart des herbicides chimiques seront efficaces.

La culture de certains cultivars de sorgho du Soudan (Sordan 79, Trudan 8) et de millet perlé fourrager en rotation avec des cultures horticoles à fort rapport économique réduit les populations de nématodes parasites dans le sol sous le seuil de nuisibilité économique. Il peut être nécessaire de cultiver ces cultivars dans un champ exempt de mauvaises herbes pendant plus d'un an pour vraiment réduire les populations de nématodes. Ces cultures couvre-sol ne remplaceront toutefois pas entièrement les traitements de fumigation lorsque les populations de nématodes sont élevées. Elles contribuent cependant à réduire les populations de ces parasites et à prévenir de nouvelles infestations. Il n'est pas nécessaire d'enfouir le sorgho du Soudan ni le millet perlé fourrager pour lutter contre les nématodes.

Le millet perlé fourrager canadien 101 réduit les populations de nématodes en empêchant ceux-ci de se reproduire dans le système racinaire des plants.

Mise en garde

On doit faucher le sorgho du Soudan avant qu'il n'atteigne 1 m de hauteur de façon à encourager le tallage et la croissance racinaire et à éviter de se retrouver avec des tiges qui sont lentes à se décomposer parce qu'elles sont devenues ligneuses. Ne pas faucher plus court que 15 cm afin de permettre la repousse.

Seigle d'automne

Le seigle d'automne est parmi les plantes couvre-sol les plus fiables et les plus économiques et offrant le plus de souplesse. Il peut être semé plus tard que la plupart des autres cultures couvre-sol sans pour autant être détruit par l'hiver. Pour qu'il couvre bien le sol et le protège contre l'érosion, on doit le semer au moins un mois avant le gel automnal, soit en général de septembre à la fin d'octobre. Il pousse jusqu'aux gelées et reprend sa croissance vers la fin de mars ou le début d'avril, soit un peu avant le blé d'automne. Il croît très rapidement durant le mois de mai. Détruire le peuplement à la fin d'avril ou au début de mai par un travail du sol ou un traitement herbicide. Le seigle d'automne peut être semé avant septembre (sans vernalisation ou froid hivernal, il n'y aura pas d'épiaison), mais la chaleur estivale et le manque d'humidité fréquent durant l'été risquent de donner un peuplement irrégulier.

Mise en garde

La croissance du seigle sera très rapide sous l'effet des températures chaudes du début du printemps. Il faut donc surveiller la croissance et détruire la culture avant qu'elle ne soit trop haute. Si on le laisse trop pousser, le seigle peut épuiser l'eau du sol et rendre l'incorporation difficile. Le seigle est un hôte de choix pour le nématode des racines, surtout lorsqu'il est semé comme culture de pleine saison.

Blé d'automne

Le blé d'automne peut être semé de la fin d'août jusqu'en octobre. Il est possible de le semer en d'autres temps, mais les conditions climatiques peuvent ralentir la croissance aérienne. Le blé survivra à l'hiver et recommencera à croître en avril. Le peuplement peut être tué par le travail du sol ou par la pulvérisation d'herbicide. Comparativement au seigle, le blé d'automne arrête de croître plus tôt à l'automne et reprend sa croissance plus tard au printemps.

Mise en garde

En général, le blé d'automne ne produit pas autant de feuillage et n'offre pas une concurrence aussi vigoureuse aux mauvaises herbes que le seigle. Le blé semé tôt risque d'être plus vulnérable au virus du nanisme jaune de l'orge, sans toutefois que cela ait beaucoup de répercussions sur sa croissance lorsqu'il est utilisé comme engrais vert ou couvre-sol.

Légumineuses

Les cultures couvre-sol de légumineuses peuvent fixer l'azote de l'air pour le rendre disponible aux cultures suivantes tout en protégeant le sol contre l'érosion et en l'enrichissant de matière organique. La quantité d'azote fixé varie selon les espèces, bien qu'elle soit en général proportionnelle à la taille de la partie aérienne. Des couvre-sol de légumineuses, comme le trèfle, présentent une capacité de piégeage de l'azote du sol qui équivaut à 80 % de celle des couvre-sol de graminées. Certaines espèces de légumineuses disposent de racines pivotantes vigoureuses qui peuvent ameublir un sous-sol compacté; toutefois, pour produire cet effet, la plante doit être cultivée plus d'une année.

Le dégagement d'azote des légumineuses peut varier, car c'est un processus biologique influencé par l'humidité et la température du sol. Il est important d'en tenir compte lors des calculs des besoins d'engrais. Un dégagement trop important d'azote en fin de saison peut entraîner une croissance végétative excessive chez les légumes à fruit et retarder le processus d'acclimatation à l'hiver.

Vesce velue

Pour qu'elle constitue un bon couvre-sol durant l'hiver, la vesce velue doit être semée au plus tard à la mi-août. Semée tardivement, elle devient très vulnérable au froid hivernal. La vesce velue croît lentement jusqu'aux gelées et forme un réseau de racines fasciculées très vigoureux; sa partie aérienne est de taille moyenne. La vesce velue peut être semée dans le blé d'automne lorsque celui-ci atteint environ 20 cm de hauteur. Semée à ce stade, la vesce velue ne risque pas d'entraver la récolte de blé d'automne. De plus, cette pratique permet d'obtenir, avant les gelées, une masse végétale plus abondante que si les semis avaient eu lieu au mois d'août. Les tiges volubiles reprennent leur croissance tôt au printemps (à la même période que le blé d'automne) et peuvent atteindre une longueur de 150 cm si on ne les coupe pas avant la maturité. Les peuplements de couvre-sol sont habituellement détruits au printemps par le travail du sol ou par un traitement herbicide. Le système racinaire fasciculé de la vesce velue améliore la structure du sol, et la plante entière constitue une source importante de matière organique pour le sol.

Mise en garde

La concurrence exercée par la repousse de céréales peut réduire les densités de peuplement de la vesce velue. Dans des sols séchants, la vesce velue peut s'accaparer de toute l'eau du sol si on la laisse croître jusqu'au début de mai. Le Roundup n'est pas efficace contre la vesce velue; utiliser plutôt du 2,4-D, du MCPA, du Banvel ou des mélanges de ces produits. Si les cultures subséquentes sont sensibles aux hormones, les pulvérisations devront se faire à l'automne pour éviter tout dommage. La vesce velue croît lentement; le sol prend donc du temps à se couvrir et les conditions sont alors plus propices à l'érosion et à la germination des mauvaises herbes.

Trèfle rouge

Bien que peu utilisé dans les rotations avec les cultures horticoles, le trèfle rouge est souvent semé à la volée dans les champs de blé d'automne, en mars ou au début d'avril, ou semé en même temps que les céréales de printemps. On obtient les meilleurs peuplements à partir des semis hâtifs. Le trèfle rouge à deux coupes est plus résistant à la sécheresse estivale. Il produit une partie aérienne beaucoup plus importante que le trèfle à une coupe, soit 60 cm comparé à 25 cm, respectivement.

Le plus gros de la croissance du trèfle rouge se produit à partir du milieu de l'été jusqu'aux fortes gelées. Sa destruction peut avoir lieu en automne ou au printemps par un travail du sol ou au moyen d'herbicides. À moins qu'on ne se serve également d'herbicides, le travail du sol avec un chisel ne réussit pas à détruire complètement la culture. L'enfouissement du trèfle rouge améliore la structure du sol et fournit à la terre une quantité considérable de matière organique. Cette plante fixe l'azote et le libère graduellement pour la culture suivante. Le trèfle rouge constitue une excellente protection contre l'érosion s'il est laissé jusqu'au printemps ou s'il est détruit (mais non labouré) à l'automne au moyen d'un herbicide.

Mise en garde

Souvent, le Roundup utilisé seul ne réussit pas à détruire le trèfle rouge; utiliser plutôt du 2,4-D, du MCPA, du Banvel ou des mélanges. Si des cultures sensibles aux hormones font suite au trèfle dans la rotation, on doit pulvériser à l'automne pour écarter tout risque de dommages.

Mélilot

Tout comme le trèfle rouge, on sème le plus souvent le mélilot au mois de mars ou au début d'avril comme sous-semis du blé d'automne ou on le sème avec les céréales de printemps. Il existe des cultivars à fleurs jaunes et d'autres à fleurs blanches; ceux à fleurs blanches donnent des plantes un peu plus hautes.

Le gros de la croissance se produit une fois que la récolte des céréales est terminée, jusqu'aux fortes gelées. La partie aérienne atteint habituellement une

hauteur de 30 à 40 cm, mais elle n'est pas dense. Le plant est supporté par une racine pivotante très robuste, qui fait en général 30 cm de long et 1 cm de diamètre au niveau du collet. Si on laisse la culture reprendre au printemps suivant, le mélilot fleurira en juillet, s'élèvera à environ 180 cm, puis il montera en graines et mourra. Comme c'est le cas pour le trèfle rouge, l'engrais vert de mélilot peut être détruit à l'automne ou au printemps suivant par le travail du sol ou au moyen d'herbicides.

Mise en garde

Le mélilot est très sensible à de nombreux herbicides et ne tolère aucun produit de type phénoxy, y compris le 2,4-D.

Dicotylédones autres que des légumineuses

Ces cultures dicotylédones ne peuvent pas fixer l'azote de l'air, mais peuvent en puiser de grandes quantités dans le sol. Elles ne sont pas rustiques à l'hiver; aucune mesure de lutte supplémentaire n'est donc nécessaire. Il ne faut cependant pas les laisser monter en graines parce que les repousses peuvent se transformer en plantes nuisibles.

Sarrasin

Comme plante couvre-sol, le sarrasin est semé le plus souvent entre la fin de juin et le début d'août. Il croît très rapidement : en quelque six semaines, il parvient au stade de la floraison et atteint alors entre 45 et 75 cm de hauteur. Ses racines, du type fasciculé, forment un réseau relativement peu étendu. Le sarrasin ne survit pas aux premiers gels. Il couvre rapidement le sol, offre une bonne protection contre l'érosion pendant la saison de croissance, étouffe les mauvaises herbes annuelles et détruit les vivaces et, comme engrais vert, fournit au sol une quantité modérée de matière organique. Cette culture ne fixe pas l'azote. Elle peut être utilisée comme culture d'engrais vert après des cultures hâtives comme les pois, les haricots mange-tout et le blé d'automne. On utilise souvent le sarrasin dans les rotations, en agriculture biologique, pour lutter contre les infestations de mauvaises herbes et améliorer la biodisponibilité du phosphore.

Mise en garde

Les abeilles sont très attirées par les fleurs du sarrasin. Surveiller la floraison et prendre les mesures qui s'imposent pour prévenir la montée en graines. Les peuplements semés en fin d'été peuvent être détruits par les gels hâtifs avant que les plants ne soient gros.

Moutarde et radis oléagineux

Le radis oléagineux est généralement semé au mois d'août ou très tôt en septembre. Il n'est pas sensible aux gels précoces, peut atteindre une hauteur de 50 à 90 cm et fleurit en octobre. S'il est semé trop tôt, le plant risque de monter en graines. Une fauche avant la floraison retardera la montée en graines tout en maintenant un couvert végétal. Faucher en laissant le plant à une hauteur de 10 à 15 cm afin de faciliter la repousse. La plante possède une racine pivotante épaisse, dont la forme est intermédiaire entre celle de la carotte et du navet; ses racines secondaires sont étendues. Sa longévité ne va pas au-delà des froids intenses de la fin de novembre ou de décembre. Le radis oléagineux forme un couvre-sol assez rapidement, offre une excellente protection contre l'érosion durant l'hiver et, comme engrais vert, fournit une quantité moyenne de matière organique. Pour bien pousser, il doit disposer d'une grande réserve d'azote biodisponible provenant soit d'un épandage récent de fumier, soit d'une quantité d'azote inutilisée par la culture précédente.

Certains cultivars de radis oléagineux (ainsi que certains cultivars de moutarde) peuvent aider à réduire les populations de nématodes parasites dans le sol. Les cultivars nématicides doivent être incorporés au sol pendant que les plants sont encore verts. À mesure que les résidus verts se décomposent, ils libèrent dans le sol une substance toxique pour les nématodes (l'isothiocyanate).

Mise en garde

La croissance sera limitée si la teneur en azote du sol est peu élevée ou si le sol est très compacté. Des plants spontanés de radis oléagineux lèvent habituellement çà et là dans les cultures subséquentes. Pour réduire les populations de nématodes sous le seuil de nuisibilité économique, il peut être nécessaire de planter des cultivars nématicides pendant plus d'un an.

Certaines variétés de radis oléagineux et de moutarde survivent partiellement à l'hiver dans le Sud-Ouest de l'Ontario en raison du climat moins rigoureux.

Pour plus d'information sur l'utilisation et la gestion des cultures couvre-sol, consulter le site Web du MAAO, au www.ontario.ca/cultures.

Travail du sol après une culture couvre-sol

Les plantes couvre-sol augmentent considérablement la proportion de sol couverte par les résidus, contribuant ainsi à l'efficacité des systèmes de conservation du sol ou du semis direct.

Il y a toutefois plusieurs facteurs de gestion à prendre en considération.

- Les plantes couvre-sol, qu'elles soient des annuelles d'automne, des bisannuelles ou des vivaces, repoussent spontanément au cours de la saison de croissance suivante. En général, les repousses ne résistent pas à un traitement herbicide normal effectué sur la culture suivante. Si elle est bien maîtrisée (p. ex. cultures en bandes), la repousse peut offrir une certaine protection contre l'érosion éolienne au printemps.
- Les premières opérations de travail de conservation du sol, dans le cas des cultures couvre-sol qui résistent à l'hiver, doivent avoir lieu au moins deux semaines avant le semis pour permettre la décomposition des résidus de culture.
- La préparation du lit de semence peut poser des difficultés lorsque l'enfouissement des plantes couvre-sol persistantes n'est effectué qu'au printemps et qu'on les laisse trop pousser.
- Les plantes couvre-sol détruites par l'hiver constituent une solution valable, surtout lorsque les terres sont mal drainées ou qu'on effectue les semis très tôt au printemps.
- Il est bon de détruire chimiquement les plantes couvre-sol qui survivent à l'hiver, comme le seigle, avant de les retourner. L'application minutieuse d'une dose appropriée d'herbicide au moment opportun peut aider à garder assez de résidus en surface pour empêcher le vent d'endommager les cultures sensibles, tout en permettant l'établissement de celles-ci.

Pour plus d'information, consulter les documents suivants :

- *Manuel sur la fertilité du sol*, publication 611F du MAAO
- Les pratiques de gestion optimales : *Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures*, commande n° BMP20F
- Les pratiques de gestion optimales : *Gestion du sol*, commande n° BMP06F
- Les pratiques de gestion optimales : *Grandes cultures*, commande n° BMP02F

Épandage du fumier

L'épandage de fumier sur les champs est avantageux à bien des égards. Le fumier enrichit le sol de matière organique et fournit bon nombre des éléments nutritifs nécessaires aux plantes. L'apport de fumier augmente la capacité de rétention d'eau du sol ainsi que le drainage souterrain. Le fumier contribue aussi à améliorer la structure et la stabilité du sol en plus de l'enrichir d'éléments nutritifs qui soutiennent la biodiversité du sol. Il faut toutefois garder à l'esprit que bien des champs ont besoin d'un apport d'azote plus grand que ne peut leur offrir le fumier.

Stocker le fumier de façon à en conserver la fraction liquide et à réduire au minimum son exposition à l'air. Ne pas épandre de fumier entre le 1^{er} décembre et le 31 mars ou lorsque le sol est gelé ou couvert de neige. Pour de meilleurs résultats, épandre du fumier sur des sols frais et humides (température inférieure à 10 °C) afin de réduire le plus possible les pertes d'éléments nutritifs.

L'épandage de fumier peut en fait rendre l'utilisation d'engrais azotés, phosphatés ou potassiques moins nécessaire. Le genre d'élevage, l'âge des animaux, la ration, le mode de stockage du fumier et l'ajout d'eau au fumier sont autant de facteurs qui influencent les concentrations d'éléments nutritifs dans le fumier. Consulter le tableau 1-13, *Taux d'épandage du fumier et apports approximatifs d'éléments nutritifs* de la page 18 pour obtenir des lignes directrices générales sur le volume d'éléments nutritifs fournis par le fumier.

Échantillonnage du fumier

Pour déterminer la bonne quantité de fumier à épandre, il faut en connaître la valeur nutritive, ce qui oblige à faire analyser par un laboratoire des échantillons qui ont été prélevés correctement. Dans le cas du fumier liquide, bien mélanger le contenu de la fosse avant de prélever un échantillon. Dans le cas du fumier solide, prendre des fourchées à de multiples endroits, et non pas seulement à la surface du tas. Bien mélanger ces fourchées et envoyer un échantillon de 1 à 2 kg à un laboratoire.

Période d'épandage du fumier

Le fumier se compose de deux sources principales d'azote. La première est l'azote minéral, facilement assimilable, sous une forme ammoniacale. L'ammonium est un ion chargé positivement qui se lie aux particules du sol et est peu soumis au lessivage. En général, à des températures du sol de 10 °C ou moins, très peu d'ammonium sera converti en azote des nitrates, une forme soumise aux pertes par lessivage. C'est ce qui explique pourquoi l'épandage du fumier a moins de répercussions sur l'environnement s'il est effectué à la fin de l'automne plutôt qu'au début.

L'autre source d'azote est l'azote lié au carbone, sous forme organique, qui se libère lentement. L'azote organique se disperse lentement avec le temps, suivant la température et l'aération du sol.

TABLEAU 1-13. Taux d'épandage du fumier et apports approximatifs d'éléments nutritifs

Classe d'animaux	Azote (kg/ha)			Phosphate	Potasse
	Automne	Printemps ^a	Printemps E ^a	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
Fumier liquide, 10 m³/ha (900 gal/acre)					
Bovins et autre bétail	5	10	12	4	16
Volaille	23	46	58	22	26
Porcs	8	15	19	7	14
Fumier solide, 10 t/ha (4,5 t imp./acre)^b					
Bovins et autre bétail	12	24	30	10	44
Volaille	70	140	175	75	96
Porcs	15	30	38	20	26

^a « Printemps » signifie que le fumier est épandu au printemps sans être enfoui immédiatement; « Printemps E » signifie qu'il est injecté ou épandu au printemps et enfoui dans les 24 heures suivantes.

^b La densité du fumier dans l'épandeur peut varier de 400 kg/m³ (25 lb/pi³), lorsque le fumier est très sec ou que la proportion de litière est importante, à 1 000 kg/m³ (62 lb/pi³) dans le cas des fumiers semi-solides et liquides.

Production en contenants

Types de contenants

Les contenants destinés à une culture de longue durée sont généralement faits de plastique très dense. Les pots faits de fibre de cellulose sont utiles pour héberger des plantes pendant de courtes périodes, pour l'empotage de plants destinés à la culture en plein champ et pour le repotage à des fins d'entreposage d'hiver et d'expédition printanière. Cependant, ils ne conviennent pas aux cultures de longue durée, car avec le temps, ils deviennent mous, commencent à se décomposer et peuvent être endommagés pendant leur manipulation. Il faut toujours enlever le pot de fibre au moment de la mise en place du plant en pleine terre. Depuis peu, les producteurs mettent à l'essai des pots faits d'autres matériaux, notamment de fibre de coco. Ces pots présentent des avantages supplémentaires : ils accroissent la macroporosité (pourcentage d'air dans l'espace poral) dans la zone racinaire et sont compostables.

La couleur du pot aura un effet sur la température du substrat et sur la croissance racinaire. La croissance des racines diminue lorsque la température du substrat atteint 30 °C. L'usage de pots noirs ou vert foncé amène une élévation de température de près de 10 °C de plus que l'usage de pots blancs ou de couleur claire. Dans les pots foncés, la température peut atteindre presque 40 °C sur la paroi intérieure du côté exposé au soleil. Cependant, les contenants dont les parois extérieures sont de couleur claire ou blanche sont difficiles à trouver sur le marché, à moins qu'on ne les commande en grandes quantités au fabricant. Il est conseillé de placer ces contenants sur le périmètre d'un ensemble de plantes groupées ou de les utiliser pour des plantes individuelles en pots largement espacés. Quand les pots sont serrés les uns contre les autres, la lumière n'atteint pas les pots qui sont au centre; ceux-ci peuvent donc être foncés. Pour déterminer si la plante a souffert de la chaleur, on peut comparer la croissance des racines du côté ensoleillé et du côté ombragé.

L'enroulement des racines, surtout dans les pots ronds de petite taille, peut étouffer celles-ci et causer la détérioration du plant. Le moyen le plus efficace d'éviter l'enroulement des racines consiste

à retirer le pot après un an, à tailler et à étendre les racines, puis à repotter le plant dans un contenant plus grand en y ajoutant des substrats. En taillant les racines des plants confinés à un pot, on évite que celles-ci ne s'enroulent encore après le repotage ou la plantation. Les arbres gardés dans de petits contenants sont particulièrement sujets à l'enroulement des racines. On peut réduire au minimum l'enroulement des racines en utilisant des contenants carrés ou à côtes verticales pour assurer la croissance des racines à la verticale. Par ailleurs, il existe divers types de contenants perforés et de sacs de croissance qui contribuent à empêcher l'enroulement des racines et à accroître les racines fasciculées dans la zone racinaire. La création d'une circulation d'air à la base des contenants (p. ex. en plaçant les contenants sur des structures permettant à l'air de circuler) favorise la ramification ainsi que la taille des racines lorsque celles-ci entrent en contact avec l'air.

On peut envisager d'installer des tuteurs dans les rangs extérieurs des cultures en contenants pour éviter que les plants, en particulier ceux de haute taille, ne s'affaissent sous l'effet du vent.

Substrats d'empotage

Les substrats d'empotage jouent un rôle de tout premier plan dans le succès d'une pépinière faisant la production en contenants. Il faut pouvoir se procurer en quantité suffisante et à bon compte les ingrédients servant à la préparation des substrats d'empotage et s'assurer que ces ingrédients sont exempts d'insectes, de maladies et de mauvaises herbes. Le mélange classique employé par les producteurs est constitué de mousse de tourbe. Toutefois, ce matériau peut se compacter à cause du recours fréquent à l'irrigation par aspersion, il est difficile à réhumidifier une fois sec, il retient peu les éléments nutritifs, et son pH augmente considérablement si l'eau d'irrigation a une forte teneur en bicarbonate. L'écorce compostée procure une bonne aération lorsqu'elle est mélangée avec de la mousse de tourbe. La plupart des substrats sans sol utilisés en Ontario sont composés d'un mélange d'écorce compostée (50 à 65 %), de tourbe de sphaigne (30 à 40 %) et de déchets compostés (max. de 10 %). Les substrats faits de tourbe et d'écorce

renferment assez d'air et conservent bien l'humidité, mais ils retiennent peu les éléments nutritifs.

On peut utiliser d'autres ingrédients pour améliorer l'aération, comme la perlite, la vermiculite ou la fibre de coco. L'ajout d'un peu de sable permet d'alourdir le substrat et ainsi de prévenir l'affaissement sous l'effet du vent. L'écorce compostée ou d'autres déchets végétaux compostés peuvent servir à accroître la capacité de rétention d'eau en plus de contribuer à éliminer les organismes pathogènes responsables des pourritures des racines.

La sciure grossière et bien décomposée constitue également un bon ingrédient. Il faut s'abstenir d'utiliser de la sciure fraîche en raison de son ratio carbone-azote (C:N) qui est trop élevé. En général, plus le ratio C:N est élevé, plus le matériau se décompose lentement. Le ratio C:N de la sciure fraîche est de 1 000:1, celui de l'écorce de résineux est de 300:1 et celui de l'écorce de bois franc, 150:1. Les matériaux ayant un ratio C:N élevé ont besoin de grandes quantités d'azote pour se décomposer. Par conséquent, la sciure fraîche qui se décompose capture l'azote contenu dans l'engrais du substrat. On peut compenser le ratio C:N élevé et hâter la décomposition en ajoutant 1 kg d'azote actuel (p. ex. 3 kg de nitrate d'ammonium, 34-0-0) par mètre cube d'écorce.

Utilisation des substrats sans sol

Les substrats sans sol diffèrent grandement (des points de vue chimique et physique) des sols naturels. Des changements mineurs dans les ingrédients du milieu sans sol utilisé (comme l'origine du substrat et les ratios) peuvent avoir des répercussions importantes sur la porosité et le drainage. Les pratiques de gestion propres aux producteurs, comme l'arrosage et la fertilisation, ont aussi un effet déterminant sur les résultats que donnent les substrats dans chaque pépinière. Il faut toujours vérifier comment se comporte un substrat quelconque en l'utilisant d'abord sur une petite parcelle.

Gérer rigoureusement la fertilité des substrats sans sol pour tirer le meilleur parti possible du potentiel de croissance des cultures. Les valeurs de pH élevées nuisent à la disponibilité de nombreux oligo-éléments (en particulier le fer et le manganèse).

En production de plants de pépinière, le pH des substrats peut augmenter graduellement au fil de la saison de croissance en raison de la teneur élevée en calcium et en magnésium (bicarbonates) de l'eau d'irrigation dans le Sud de l'Ontario. Par conséquent, il faut éviter de commencer une culture dans un substrat ayant un pH supérieur à 6,5. La plupart des producteurs choisissent un substrat ayant un pH initial d'au plus 5. Le sable grossier ajouté au substrat peut également faire augmenter le pH parce qu'il contient du calcium.

Pour plus de renseignements sur les substrats sans sol, consulter la publication 370F du MAAO intitulée *Guide de la floriculture en serre*.

Méthode de calcul de la porosité du substrat

Une bonne aération du substrat est essentielle à la croissance des racines. La capacité de rétention d'eau est également importante, mais à un degré moindre. Un substrat dont l'aération est médiocre n'est pas propice au développement des racines, car celles-ci ont besoin d'oxygène pour fonctionner normalement et simplement survivre. Le mélange, la manipulation et l'utilisation des substrats d'empotage peuvent entraîner la fragmentation de matières grossières en fines particules. Ces particules de petite taille peuvent nuire au drainage et à l'aération en bouchant les pores du substrat, qui deviendra compacté avec le temps à cause de l'irrigation. Une aération et un drainage déficients diminueront la quantité d'oxygène disponible pour les racines, qui dépériront et seront vulnérables aux maladies. Il faut éviter de trop tasser le substrat pendant l'empotage, car cette pratique nuira également à l'aération ainsi qu'à la croissance des racines. Il y a des producteurs qui ont recours à la fibre de coco et à la tourbe ou à l'écorce à texture grossière pour améliorer l'aération des substrats pendant le cycle de culture. Pour éviter les problèmes d'aération des substrats, on peut effectuer régulièrement le calcul de la macroporosité et le rempotage des plants au cours du cycle de production. Avant d'adopter un nouveau substrat, il est bon d'en faire l'essai sur une petite partie de la culture. Une comparaison de la croissance dans le substrat d'empotage habituel et dans le nouveau substrat servira d'indicateur pour déterminer le meilleur des deux.

La *porosité totale* d'un substrat représente la somme des espaces vides entre les particules du substrat qui pourraient être remplies d'eau ou d'air. La *macroporosité* d'un substrat représente le volume de l'espace poral occupé par l'air après que l'eau d'irrigation s'est égouttée. On doit rechercher une valeur de porosité totale supérieure à 50 % et une macroporosité se situant entre 15 et 30 %. Une trop grande aération n'endommagera pas les plants, mais obligera à faire des arrosages plus fréquents. Un substrat d'empotage qui contient une grande proportion de particules dont la finesse est inférieure à 0,5 mm a une macroporosité trop faible et offre donc un mauvais drainage. Pour le pin et l'if, choisir des substrats ayant une macroporosité se situant entre 20 et 25 %. Un indice inférieur dans la zone racinaire sera toléré par le genévrier et le thuya occidental.

Voici le matériel requis pour déterminer la porosité du substrat :

- un contenant ou pot ordinaire (n° 1, n° 2, etc.);
- des bouchons pour obstruer les trous de drainage du contenant (un sac de plastique à l'intérieur du pot, par exemple);
- des cylindres gradués (gros et petit) ou d'autres contenants destinés à mesurer des liquides;
- un peu de substrat sec.

Voici la marche à suivre pour calculer la porosité du substrat :

1. Bien boucher les trous de drainage du pot.
2. Remplir le pot d'eau, jusqu'à la même hauteur qu'occuperait le substrat. Mesurer ce volume d'eau à l'aide d'un cylindre ou d'un autre récipient gradué et le noter. Cette quantité d'eau est le volume total du pot [A].
3. Vider l'eau tout en laissant le bouchon en place et remplir le pot de substrat légèrement humide, jusqu'à la hauteur normale. S'assurer que le pot est de niveau.
4. Verser lentement sur le substrat un volume d'eau connu jusqu'à ce qu'une mince couche d'eau apparaisse à la surface. La quantité d'eau [B] ajoutée est le volume de l'espace poral du substrat. Noter la quantité d'eau versée.
5. Sans déplacer le pot, retirer les bouchons obstruant les drains du pot de façon à laisser l'eau s'écouler

dans un seau. Mesurer le volume d'eau égoutté [C] et noter ce volume. Il s'agit du volume de l'espace poral occupé par l'air.

6. Calculer la porosité du substrat à l'aide de la formule suivante :

Formule pour calculer la porosité du substrat

$$\begin{aligned}\text{Porosité totale (\%)} &= (B / A) \times 100 \\ \text{Macroporosité (\%)} &= (C / A) \times 100 \\ \text{Porosité de rétention d'eau} &= \text{Porosité totale} - \text{macroporosité}\end{aligned}$$

Exemple de calcul

$$\begin{aligned}[A] \text{ Volume total du pot} &= 5\,180 \text{ mL} \\ [B] \text{ Volume de l'espace poral} \\ &\text{(eau ajoutée pour saturer le substrat)} = 3\,354 \text{ mL} \\ [C] \text{ Volume de l'espace poral occupé} \\ &\text{par l'air (eau égouttée quand} \\ &\text{les drains ont été débouchés)} = 1\,080 \text{ mL} \\ \text{Porosité totale} &= (3\,354 / 5\,180) \times (100) = 65 \% \\ \text{Macroporosité} &= (1\,080 / 5\,180) \times (100) = 21 \% \\ \text{Porosité de rétention d'eau} &= 65 \% - 21 \% = 44 \%\end{aligned}$$

Pour ajuster le pH des substrats d'empotage

Il est important de maintenir la gamme de pH appropriée pour les cultures en contenants. Pour ce faire, garder à l'esprit les points clés suivants :

- Le pH du substrat d'empotage doit être maintenu entre 5,5 et 7,0. Dans le Sud de l'Ontario, les concentrations élevées de bicarbonates dans l'eau d'irrigation peuvent considérablement augmenter le pH du substrat au cours d'une seule saison de croissance.
- Il ne faut pas utiliser de sable alcalin dans le substrat si la plante est sensible au pH.
- Les engrais acidifiants peuvent ralentir l'augmentation du pH attribuable à la présence de bicarbonates dans l'eau d'irrigation. Les personnes qui utilisent des injecteurs d'engrais doivent incorporer les engrais et les acides concentrés dans des solutions séparées.
- On peut acidifier, au besoin, l'eau d'irrigation avec de l'acide nitrique ou phosphorique, selon la teneur en bicarbonates de l'eau. Pour plus de renseignements sur les méthodes d'acidification de l'eau d'irrigation, consulter le chapitre 3, Eau, substrat et fertilisation, de la publication 370F du MAAO intitulée *Guide de la floriculture en serre*.

- Les végétaux *Juniperus* et *Thuja* s'accommoderont d'un pH plus élevé tandis que d'autres, tels que *Betula*, *Hydrangea*, *Syringa*, *Rhododendron* et *Taxus*, ne tarderont pas à montrer des chloroses dues au manque de fer ou de manganèse si le pH dépasse 7,0.

Fertilisation des plants en contenants

Puisque la plupart des substrats utilisés pour la production en contenants ne renferment à peu près pas de terre, leur capacité de rétention des éléments nutritifs est très faible. Il faut utiliser des engrais synthétiques pour fournir des éléments nutritifs aux plants cultivés en contenants.

L'utilisation d'engrais peut avoir des répercussions sur l'environnement, notamment sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Les substrats organiques qu'on trouve dans les substrats d'empotage, comme la tourbe et l'écorce, sont généralement porteurs de charges électriques négatives. Ces substrats repoussent donc les molécules chargées négativement, comme les nitrates et les phosphates, lesquels se lessivent facilement de la plupart des substrats d'empotage. Par conséquent, il est important d'en fournir de petites quantités au cours de la saison de croissance. Les engrais à libération contrôlée (libération lente) procurent à la zone racinaire des éléments nutritifs que les racines assimilent progressivement, ce qui permet de réduire au minimum les pertes. L'application de l'engrais à la surface du substrat (épandage en surface) est très efficace pour la production de plants en contenants. Comme les pots peuvent être renversés par le vent, des producteurs choisissent de mettre l'engrais juste sous la surface du substrat ou d'incorporer l'engrais à libération contrôlée de sorte qu'il soit distribué dans tout le substrat.

Pour que le programme de fertilisation ait le moins de répercussions négatives sur l'environnement et soit le plus efficace possible, on doit prendre des mesures pour réduire le lessivage des engrais à l'extérieur des contenants. Il faut diminuer la quantité d'eau utilisée durant chaque irrigation afin de réduire au minimum la quantité d'eau (fraction de lessivage) qui sort du fond du pot. L'irrigation cyclique ou par pulsations (p. ex. irrigation pendant 20 minutes, arrêt pendant 60 minutes, reprise

pendant 15 minutes) peut également réduire considérablement à la fois la fraction de lessivage et la quantité totale d'eau d'irrigation nécessaire. En outre, l'irrigation par pulsations permet de réduire la concentration d'éléments nutritifs pouvant s'échapper du fond du pot par lessivage. Une fraction de lessivage de 10 à 15 % limite la perte d'éléments nutritifs tout en empêchant l'accumulation de sel dans la zone racinaire. Il faut concevoir et aménager les zones de production de plants en contenants de manière à pouvoir détourner et recueillir les eaux d'irrigation et de ruissellement afin de les stocker et de les réutiliser.

Méthode d'échantillonnage et d'analyse des substrats d'empotage

Les substrats organiques sont généralement peu fertiles (N-P-K). L'analyse du substrat est donc indispensable. Prélever des échantillons de substrat toutes les deux semaines pour analyser le pH, les sels solubles (CÉ) et les éléments nutritifs. Une fois qu'on est fixé sur les niveaux de fertilité, on peut s'en tenir à des analyses de vérification aux deux semaines pour le pH et la CÉ et à une analyse occasionnelle de la teneur en éléments nutritifs. Pour plus d'information sur la mesure du pH dans le substrat ainsi que de la CÉ, consulter la publication 370F du MAAO intitulée *Guide de la floriculture en serre*.

Voici des points clés à garder à l'esprit.

- Se servir d'une sonde d'échantillonnage de petit diamètre pour échantillonner le substrat d'empotage. Le meilleur moyen de prendre un échantillon consiste à enlever le contenant et à prélever une carotte dans le substrat à mi-chemin entre la surface et le fond et à mi-chemin entre la tige et la paroi du pot.
- Prélever des échantillons d'au moins 10 contenants, puis les mélanger de manière à obtenir l'échantillon composite qui sera analysé. Celui-ci sera plus représentatif de la teneur en éléments nutritifs du substrat dans le bloc en question. Pour réduire l'effet du prélèvement d'échantillons sur le système racinaire, on peut prélever de petits échantillons dans un grand nombre de contenants. Certains horticulteurs retirent les granules d'engrais des échantillons de substrats, tandis que d'autres les laissent. Pour que l'échantillonnage soit toujours

effectué de la même manière, il vaut mieux retirer les granules d'engrais des substrats.

- Réfrigérer l'échantillon jusqu'à ce qu'il soit livré au laboratoire.
- Dans les cas où un engrais hydrosoluble est ajouté au substrat à chaque irrigation, prélever l'échantillon une demi-heure après l'application.
- Prélever l'échantillon avant d'ajouter tout engrais sec (granulaire ou en pastilles). Insérer la sonde de façon à éviter tout endroit où se trouve un résidu d'engrais sec en surface.
- L'usage d'engrais hydrosolubles amène normalement une teneur en sels plus basse que l'utilisation d'engrais préincorporés à libération lente (les deux utilisés aux taux recommandés).
- Faire analyser les échantillons de substrats d'empotage par un laboratoire accrédité par le MAAO selon la méthode des extraits boueux pour substrats de culture en serre. Comparer les résultats d'analyse avec ceux des échantillons précédents ainsi qu'aux valeurs fournies au tableau 1-14, *Teneur des substrats en éléments nutritifs pour la plupart des cultures en contenant selon les analyses de substrats de culture en serre*, de la page 24 afin de déterminer les variations de pH, de CÉ et de teneurs en éléments nutritifs. Évaluer ensuite les résultats d'analyse par rapport à la croissance des plants et aux symptômes de maladie afin d'établir des seuils en ce qui a trait à l'eau d'irrigation et aux substrats.
- Ajouter une source active d'engrais à libération lente dans le pot pour garder les cultures en santé et faire en sorte qu'elles puissent être vendues dans les pépinières de détail.

Utilisation d'engrais hydrosolubles

La distribution d'engrais hydrosolubles se fait par micro-irrigation (p. ex. goutte à goutte ou piquets arroseurs) au moyen d'un diluteur ou d'un injecteur de précision. Il ne faut pas oublier que les sels constituent les éléments nutritifs des engrais et que, par conséquent, une quantité excessive d'engrais peut endommager les racines.

En théorie, on devrait incorporer les engrais hydrosolubles à chaque arrosage. En pratique, toutefois, cette technique n'optimise pas l'utilisation des engrais. Il y a lieu de penser que l'application

intermittente d'engrais peut se traduire par les mêmes niveaux de croissance que la fertilisation continue.

Si les engrais hydrosolubles ne contiennent pas d'oligo-éléments (p. ex. du fer), il faut ajouter ces éléments au substrat avant l'empotage ou les appliquer comme oligo-éléments solubles pendant la saison de croissance. Les déchets compostés (p. ex. déchets de légumes compostés) sont souvent une bonne source d'oligo-éléments. Les engrais secs contenant des agents gonflants sont moins concentrés que le compost et donc plus faciles à incorporer au substrat. Il suffit de suivre les recommandations du fabricant.

Les engrais hydrosolubles commerciaux existent en différentes formulations (p. ex. 24-10-20 ou 28-7-7). Il est recommandé d'utiliser 100 à 200 ppm d'azote (maximum de 83 g de 24-10-20 par 100 L d'eau). Les engrais ayant une forte teneur en phosphore (p. ex. 10-52-10) doivent être appliqués uniquement à des taux très bas ou mélangés avec d'autres engrais à basse teneur en phosphore.

L'utilisation d'engrais hydrosolubles n'est pas recommandée dans les substrats ayant une faible macroporosité. Dans ce cas, l'application d'engrais lors de l'arrosage peut nuire à la croissance des plants en réduisant l'aération. Il est préférable d'employer des engrais à libération lente.

Utilisation d'engrais à libération lente

Les engrais enrobés qui libèrent lentement les éléments nutritifs conviennent bien à la culture en contenant. Il existe trois façons de les appliquer : incorporer les engrais au substrat d'empotage, les épandre en surface ou créer 2 à 4 cavités juste sous la surface du substrat et y insérer les engrais. Il faut suivre les recommandations du fabricant.

Le fait d'incorporer l'engrais à libération lente ou de l'insérer dans des cavités prolonge le processus de dégagement du produit et améliore la croissance des plants (comparativement à l'application en surface). Cela peut également prévenir les pertes accidentelles d'engrais, qui sont fréquentes lorsque ce dernier est appliqué en surface.

Pendant la préparation du substrat d'empotage, éviter de trop mélanger les matériaux, car les particules d'engrais pourraient se briser et entraîner une libération excessive de sels fertilisants. Il faut utiliser rapidement les substrats d'empotage contenant des engrais à libération lente préincorporés, surtout par temps chaud.

Il existe maintenant plusieurs formulations d'engrais à libération lente qui renferment des oligo-éléments. Quand on emploie des engrais à libération lente dépourvus d'oligo-éléments (p. ex. fer), on doit ajou-

ter ceux-ci selon les recommandations du fabricant. La fertilisation d'appoint, en particulier l'apport d'azote, peut être bénéfique aux cultures à croissance rapide lorsqu'on utilise des engrais à libération lente. L'azote des nitrates contenu dans les substrats d'empotage peut être évalué à l'aide du protocole d'analyse des substrats de culture en serre dans un laboratoire commercial. Lorsque l'analyse du substrat indique une teneur en azote des nitrates inférieure à 39 ppm, il faut ajouter de l'azote aux plants.

TABEAU 1-14. Teneur des substrats en éléments nutritifs pour la plupart des cultures en contenants selon les analyses de substrats de culture en serre

Teneur en éléments nutritifs		Mesure à prendre
Azote sous forme d'azote des nitrates (NO₃N) hydrosoluble		
Faible	0–39 ppm	Ajouter de l'azote supplémentaire au calendrier de fertilisation.
Normale	100–199 ppm	Poursuivre la fertilisation au moyen d'azote des nitrates et analyser la salinité totale (CÉ).
Excessive	250 ppm et plus, salinité élevée	Arrêter la fertilisation au moyen d'azote des nitrates et vérifier la salinité totale, car des dommages aux racines sont possibles. On peut faire exception à cette règle lorsque le substrat contient une quantité importante d'écorce qui n'est pas entièrement compostée. Substrat à base d'écorce : En raison du ratio C:N élevé de ce substrat, de fortes concentrations d'azote sont nécessaires pour assurer un apport suffisant à la culture et une croissance optimale.
Phosphore (P) hydrosoluble		
Faible	0–2 ppm	Ajouter du phosphore au calendrier de fertilisation.
Normale	6–9 ppm	Poursuivre la fertilisation au moyen de phosphore et analyser la salinité totale (CÉ).
Excessive	50 ppm et plus	Cesser les apports de phosphore.
Potassium (K) hydrosoluble		
Faible	0–59 ppm	Ajouter du potassium au calendrier de fertilisation.
Normale	150–250 ppm	Poursuivre la fertilisation au moyen de potassium et analyser la salinité totale (CÉ).
Excessive	350 ppm et plus	Cesser les apports de potassium et lessiver le substrat avec de l'eau d'irrigation ayant une faible CÉ. Il est à noter que les plants peuvent tolérer des quantités élevées de potassium si le substrat contient une grande quantité de matière organique. (Un lessivage n'est pas efficace contre un excès d'engrais à libération lente ayant été incorporé au substrat.)

TABLEAU 1-14. Teneur des substrats en éléments nutritifs pour la plupart des cultures en contenants selon les analyses de substrats de culture en serre (suite)

Teneur en éléments nutritifs		Mesure à prendre
Salinité totale (CÉ) en mS/cm (mhos x 10³/cm)		
Faible	0,75–2,0	Vérifier les teneurs en azote des nitrates et en potassium.
Normale	2,0–3,5	Poursuivre le calendrier de fertilisation.
Excessive	3,5+	Cesser les apports. Il est à noter que les plants peuvent tolérer des quantités élevées si le substrat contient une grande quantité de matière organique.
Calcium (Ca) hydrosoluble		
Faible	0–79 ppm	Ajouter plus de calcium soluble au calendrier de fertilisation. (Les niveaux de calcium augmentent rapidement après un apport de chaux dolomitique ou de gypse au substrat.)
Normale	200–300 ppm	Poursuivre le calendrier de fertilisation.
Excessive	400 ppm et plus	Envisager de réduire l'utilisation d'engrais ou d'ingrédients de substrat renfermant des sources importantes de calcium (p. ex. de la chaux, du gypse ou du calcium soluble).
Magnésium (Mg) hydrosoluble		
Faible	0–29 ppm	Ajouter à l'eau 0,5 kg de sulfate de magnésium/1 000 L.
Normale	70–200 ppm	Poursuivre le calendrier de fertilisation.
Excessive	200 ppm et plus	Envisager de réduire l'utilisation d'engrais ou d'ingrédients de substrat renfermant des sources importantes de magnésium (p. ex. de la chaux dolomitique ou du magnésium soluble).
Divers		
La teneur en sulfates ne doit pas dépasser 300 ppm selon une analyse des substrats de culture en serre.		
La teneur en chlorures ne doit pas dépasser 50 ppm selon une analyse des substrats de culture en serre.		
Le pH devrait se situer entre 5,0 et 6,5 selon une analyse des substrats de culture en serre.		

Vérifier les valeurs d'analyse du sol tôt en juin de la deuxième saison de végétation suivant l'utilisation d'engrais à libération lente préincorporés au substrat. Un apport insuffisant en éléments nutritifs peut être corrigé par l'épandage d'une quantité supplémentaire d'engrais à libération lente. Il existe des produits à libération lente qui fournissent les éléments nutritifs nécessaires pour deux saisons de croissance et d'autres, pour trois à quatre mois seulement.

Les engrais à libération lente peuvent donner lieu à des résultats d'analyse erratiques si l'enrobage se brise

pendant le prélèvement, l'expédition ou l'analyse des échantillons. La plupart des horticulteurs préfèrent retirer les granules d'engrais avant le prélèvement et le mélange d'échantillons qui seront analysés en laboratoire, surtout si les granules commencent à peine à dégager l'engrais. Il est important de procéder toujours de la même manière, conformément au protocole d'échantillonnage. Il est également conseillé de prendre en note des renseignements sur la parcelle utilisée pour l'échantillonnage (comme l'âge du substrat, les dates de fertilisation, l'âge des plants, etc.).

Évaluation des teneurs en éléments nutritifs des cultures en contenants

Afin d'assurer l'exactitude des résultats, il est indispensable que l'échantillonnage du substrat soit fait correctement. Pour obtenir des directives sur l'échantillonnage, se reporter à la rubrique « Méthode d'échantillonnage et d'analyse des substrats d'empotage » à la page 22.

Les plantes ligneuses peuvent utiliser l'azote des nitrates ou l'azote ammoniacal. Dans la plupart des conditions estivales, les micro-organismes du sol convertissent rapidement l'azote ammoniacal en azote des nitrates. Les analyses actuelles sur les substrats d'empotage ne mesurent habituellement que l'azote des nitrates. Cependant, l'azote ammoniacal peut être mesuré sur demande. Les engrais à libération lente contenus dans le substrat peuvent fausser les résultats d'analyse des éléments nutritifs, surtout si l'enrobage se brise pendant le prélèvement, l'expédition ou l'analyse des échantillons. Il faut surveiller la croissance et la santé des plants et comparer les résultats d'analyse avec les valeurs indiquées dans le tableau 1-14, *Teneur en éléments nutritifs pour la plupart des cultures en contenants selon les analyses de substrats de culture en serre*, à la page 24. Les laboratoires accrédités par le MAAO expriment en parties par million (ppm) les teneurs en éléments nutritifs des substrats d'empotage. Pour plus d'information, consulter la publication 370F du MAAO intitulée *Guide de la floriculture en serre*.

Eau d'irrigation

Quantité d'eau

En général, le gros de l'irrigation pour les plantes de pépinière a lieu à la fin du printemps et en été. Il s'agit également des périodes de pointe d'utilisation de l'eau pour la plupart des activités agricoles ainsi que des périodes durant lesquelles l'Ontario reçoit habituellement le moins de précipitations. Les producteurs de pépinière doivent se conformer au règlement du ministère de l'Environnement (MEO) en ce qui a trait à l'utilisation quotidienne de l'eau. Le prélèvement d'eau en Ontario est régi par la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario* et par le règlement sur le

prélèvement et le transfert d'eau de l'Ontario (Règl. de l'Ont. 387/04). L'article 34 de la Loi oblige toute personne qui prélève plus de 50 000 litres d'eau par jour d'un lac, d'un ruisseau, d'une rivière ou d'une nappe souterraine, y compris des étangs alimentés par une source, à obtenir un permis du MEO pour prélever de l'eau. Tous les détenteurs de permis sont tenus de consigner les volumes d'eau prélevés quotidiennement et d'en faire rapport annuellement au MEO. La conservation de l'eau est un élément important du Programme de réglementation des prélèvements d'eau du MEO. Au moment de présenter une demande de permis, il faut fournir des détails sur les mesures de conservation déjà en place ou proposées.

Pour plus de renseignements, consulter :

- le document du MEO intitulé ***Marche à suivre pour demander un permis de prélèvement d'eau et d'autres fiches d'information connexes***, au www.ontario.ca/environnement
- Les pratiques de gestion optimales : ***Gestion de l'irrigation***, commande n° BMP08F

Qualité de l'eau d'irrigation

Bien que la qualité de l'eau d'irrigation constitue l'un des aspects les plus importants de tout système de production en contenants, elle est souvent négligée. Les cultures en contenants sont irriguées chaque jour, et la composition chimique de l'eau d'irrigation peut influencer de façon significative les caractéristiques du substrat sans sol, de la solution du substrat et de la solution contenant les éléments nutritifs. Au fil des cycles d'arrosage, les produits chimiques présents dans l'eau influent sur le pH, sur les teneurs en sels solubles et en bicarbonates de même que sur d'autres propriétés chimiques du substrat et de la solution du substrat. La qualité de l'eau d'irrigation a une incidence considérable sur la croissance des racines et, par conséquent, sur la qualité des cultures. Dans les contenants de petit format, le substrat réagit plus rapidement que dans les gros contenants, le pouvoir tampon étant réduit en raison du faible volume du substrat. Les symptômes d'une mauvaise composition chimique

de l'eau peuvent comprendre des signes de carence nutritive, comme une chlorose internervale. La piètre qualité de l'eau peut en fait compromettre la disponibilité de certains éléments nutritifs pour les plants et causer le dépérissement des racines.

Le pH est une mesure de la concentration en ions hydrogène (H^+) d'une solution. En grande quantité, les ions H^+ donnent un faible pH, tandis qu'en faible quantité, ils donnent un pH élevé. L'échelle du pH s'étend de 1 à 14. Un pH inférieur à 7,0 est acide et un pH supérieur à 7,0 est basique ou alcalin, 7,0 correspondant à un pH neutre. Plus le pH est élevé, plus la solution est basique, et plus il est bas, plus la solution est acide. L'échelle de mesure du pH est logarithmique. Par conséquent, chaque unité de l'échelle représente un écart de 10 dans la concentration des ions H^+ . Le pH peut influencer la composition chimique et la disponibilité des éléments nutritifs des engrais qui sont dissous dans la solution du sol. S'il est élevé, le fer et le manganèse ne pourront pas être assimilés par les plants. En outre, le pH de l'eau peut atténuer l'efficacité de certains pesticides. Par exemple, il est connu qu'un pH élevé réduit l'efficacité des pesticides tels que le captane, le diméthoate et la flumioxazine. Le pH peut changer rapidement dans l'eau et les substrats sans sol. C'est pourquoi il est important de connaître l'alcalinité de l'eau d'irrigation.

L'alcalinité est une mesure de la capacité de l'eau de neutraliser les acides (ou les ions hydrogène). Elle détermine le pouvoir tampon de l'eau et définit la résistance de l'eau aux changements de pH. Dans la plupart des sources d'eau d'irrigation de l'Ontario, ce sont les bicarbonates (HCO_3^-) qui influencent le plus l'alcalinité. Il n'est pas rare que les eaux souterraines comptent plus de 200 ppm de bicarbonates qui proviennent de la couche calcaire du sous-sol (carbonates de calcium et de magnésium). La forte concentration de bicarbonates neutralise les ions hydrogène, ce qui fait baisser la concentration d'ions H^+ et, par conséquent, élève le pH. Il est à noter que, même s'il existe une corrélation générale entre le pH et le bicarbonate, le pH ne permet pas de déterminer le pouvoir tampon de l'eau. Pour ce faire, il faut connaître la concentration de bicarbonates (ou de carbonates de calcium) dans la source d'approvisionnement en eau.

Par exemple, l'eau de pluie recueillie dans une citerne qui est utilisée pour l'irrigation peut avoir un pH de 8,3, mais son pouvoir tampon est faible. Par conséquent, l'eau de pluie n'aurait que très peu d'incidence sur le pH du substrat d'empotage. Une analyse chimique de l'eau révélerait une quantité négligeable de bicarbonates. Par contre, l'eau d'irrigation provenant d'une source souterraine qui a un pH de 8,3 aurait probablement un pouvoir tampon élevé et influencerait considérablement le pH du substrat d'empotage, ce qui, par ricochet, aurait une incidence importante sur la biodisponibilité des éléments nutritifs dans la zone racinaire et possiblement sur l'efficacité de certains pesticides. Comme le montrent ces exemples, il ne suffit pas de connaître le pH de l'eau d'irrigation : les cultivateurs doivent également connaître la concentration de bicarbonates pour bien la gérer afin de produire des cultures en santé.

Les concentrations élevées de bicarbonates dans l'eau d'irrigation influenceront les substrats sans sol avec le temps, en particulier lorsque l'irrigation par aspersion constitue la principale méthode d'arrosage. Même si, au début, les substrats sans sol ont un faible pH (p. ex. 5,0), leur pouvoir tampon est très faible. Cela signifie que l'utilisation d'une eau alcaline pour l'irrigation fera augmenter le pH du substrat, qui atteindra une valeur entre 6,0 et 6,5 au cours des six premières semaines. Des symptômes de carence nutritive peuvent se manifester après quelques mois à peine, surtout dans le cas des cultures sensibles au pH (rhododendron, azalée, chêne rouge, chêne des marais, bouleau, lilas, hydrangée, etc.).

Si les concentrations de bicarbonates dans l'eau d'irrigation sont élevées, il sera plus difficile d'abaisser le pH à un niveau acceptable pour la croissance des plantes. Même si les engrais acidifiants (ceux qui contiennent de l'azote ammoniacal et du soufre) peuvent aider à neutraliser certains bicarbonates, l'injection d'acide reste la seule solution efficace pour l'eau très alcaline (c.-à-d. l'eau contenant plus de 200 ppm de bicarbonates). Il est possible de corriger les problèmes de concentrations élevées de bicarbonates et de pH élevé par l'injection d'acide nitrique ou sulfurique, ou une combinaison des deux. Si on prévoit injecter de l'acide pour corriger le pH de l'eau, il est important de s'assurer

que l'injecteur est résistant à l'acide. Le volume d'acide requis dépend de la teneur en bicarbonates de l'eau. Pour plus d'information sur la qualité de l'eau et l'ajustement du pH, consulter le chapitre 3, Eau, substrat et fertilisation, de la publication 370F du MAAO intitulée *Guide de la floriculture en serre*.

Les sels solubles contenus dans l'eau d'irrigation peuvent aussi avoir d'importantes répercussions sur la production en contenants. On peut déterminer leur concentration en mesurant la conductivité électrique (CÉ). Les sels solubles les plus préoccupants dans l'eau d'irrigation sont le sodium, le chlore et les sulfates. Le pH et l'alcalinité de l'eau d'irrigation ont une incidence directe sur le pH et l'alcalinité du substrat sans sol et de la solution du substrat. De même, la CÉ de l'eau d'irrigation a un effet direct sur la CÉ du substrat sans sol et de la solution. Une CÉ élevée dans la solution du substrat peut être causée par une surfertilisation ou une eau d'irrigation de piètre qualité. Quelle qu'en soit la cause, elle risque de nuire au système racinaire des cultures, et la diminution de l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs qui en résulte peut endommager les racines et même les faire mourir. La petitesse des feuilles, leur coloration vert foncé, le flétrissement des plants (même lorsque le substrat est humide), la nécrose marginale des feuilles, le rabougrissement et la mort des plants sont parmi les symptômes associés à des concentrations élevées de sels solubles. Ces symptômes varient selon la concentration de sel dans l'eau et la tolérance au sel de la culture. Si l'eau d'irrigation présente une CÉ plus élevée que les fourchettes suggérées (se reporter au tableau 1–15, *Fourchettes acceptables des caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation*, page 29), il est recommandé de trouver une autre source d'eau d'irrigation pour les plantes les plus sensibles (soit les plantes herbacées et les jeunes plants ligneux) ou de diluer l'eau pour abaisser la CÉ à un niveau acceptable. Bon nombre de plantes peuvent tolérer une CÉ élevée si on les arrose régulièrement et qu'on effectue un lessivage périodique.

Analyse de l'eau

En plus des analyses du substrat et du lessivat, il est recommandé de faire des analyses de l'eau d'irrigation durant la saison de croissance. C'est au printemps que la qualité de l'eau est la meilleure, car les volumes d'eau sont alors plus importants en raison de la fonte des neiges et des précipitations élevées. À moins que l'eau de ruissellement des routes ne représente un apport important pour la source d'eau d'irrigation, les sels solubles sont plus dilués au printemps, ce qui se traduit par des valeurs de conductivité électrique (CÉ) plus faibles. Les teneurs en bicarbonates sont également plus faibles au printemps. Pour ces raisons, il est recommandé d'analyser la qualité de l'eau d'irrigation au printemps et de comparer les résultats à ceux des analyses de l'eau faites au cours de l'été et au début de l'automne.

La teneur en fer de l'eau d'irrigation peut poser des problèmes puisque ce métal s'oxyde facilement et forme des dépôts qui risquent de bloquer les canalisations d'irrigation ou d'occasionner une pulvérisation inégale. Le calcium et le magnésium (carbonates) causent le même type de problèmes. Il faut analyser des échantillons d'eau pour vérifier un certain nombre de caractéristiques chimiques. Voir le tableau 1–15 à la prochaine page. Voir également le tableau 3–8, *Concentrations maximales souhaitables de certains ions dans l'eau non traitée utilisée pour l'irrigation des mélanges sans sol (laine de roche, oasis, mousse de sphagnum ou fibre de coco)* dans une serre, de la publication 370F du MAAO intitulée *Guide de la floriculture en serre*.

Prélever les échantillons d'eau d'irrigation sous la surface mais plus haut que le fond, à peu près au niveau où se font les prélèvements par les plantes. Recueillir idéalement les échantillons lorsque les sédiments du fond ne viennent pas d'être remués. Prélever environ 500 mL d'eau et réfrigérer l'échantillon jusqu'au moment de l'expédier au laboratoire.

Lorsque les résultats du laboratoire révèlent que certaines caractéristiques chimiques dépassent les limites acceptables, les solutions possibles sont les suivantes :

- trouver une autre source d'eau d'irrigation qui respecte les fourchettes acceptables relativement aux caractéristiques chimiques;
- trouver une autre source d'eau d'irrigation pour les plantes qui sont les plus sensibles ou qui se trouvent dans les pots les plus petits;
- lessiver les solutés excédentaires contenus dans le substrat d'empotage par une irrigation supplémentaire avec la même source d'eau;
- traiter l'eau d'irrigation afin d'éliminer les sels; l'osmose inverse, par exemple, est une solution efficace mais coûteuse et limitée par la capacité du système de traitement.

TABEAU 1–15. Fourchettes acceptables des caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation

Ces fourchettes se veulent des lignes directrices générales. La sensibilité des cultures ornementales aux sels solubles et aux caractéristiques chimiques de l'eau varie considérablement selon l'espèce, la taille et l'âge de la culture et le volume du contenant.

Caractéristique chimique	Fourchette acceptable pour la plupart des cultures ligneuses en contenants	Fourchette acceptable pour la plupart des cultures vivaces ou de serre herbacées
pH	5,0–7,0	5,0–7,0
CÉ (sels solubles)	moins de 1,75 mS/cm	moins de 1,0 mS/cm
Carbonates de calcium (CaCO ₃)	moins de 150 ppm	moins de 120 ppm
Bicarbonates (HCO ₃)	moins de 150–200 ppm (ou moins si non lessivés par la pluie)	moins de 100–150 ppm (ou moins si non lessivés par la pluie)
Sodium (Na)	moins de 70 ppm	moins de 60 ppm
Chlorure (Cl)	moins de 140 ppm	moins de 100 ppm
Soufre (S)	moins de 70 ppm	moins de 70 ppm
Sulfates (SO ₄)	moins de 200 ppm	moins de 200 ppm
Fer (Fe)	—	moins de 5 ppm
Bore (B)	moins de 0,8 ppm	moins de 0,5 ppm

2. Lutte contre les ravageurs et les maladies

Insectes, acariens, champignons, bactéries, nématodes et virus sont autant d'exemples de ravageurs des plantes. Dans la nature, la plupart des populations de ravageurs sont tenues en échec par les prédateurs, les pathogènes naturels et les organismes concurrents ou par la résistance naturelle de plantes hôtes saines. Quand interviennent d'autres facteurs, comme le stress, les ravageurs et les maladies peuvent nuire grandement à la rentabilité des cultures.

Dans les systèmes de culture, les organismes nuisibles sont encore plus susceptibles de provoquer des dommages. Les productions végétales se font souvent en mode monoculture, ce qui favorise la transmission des ravageurs d'une plante à l'autre. De même, certaines pratiques de production peuvent imposer un stress considérable aux plantes. Par exemple, le système racinaire des plantes cultivées en contenants est exposé à de fortes élévations de température en été, ce qui peut tuer une partie des racines. La réduction de la masse racinaire affaiblit les plantes et réduit leur résistance aux infections et aux infestations. Le producteur avisé sait qu'il doit réagir dès les premiers signes de stress des plantes s'il veut protéger sa récolte.

Lutte intégrée

La lutte intégrée est une méthode de lutte contre les organismes nuisibles qui utilise tous les outils mis à la disposition du producteur pour réduire les infestations à un niveau acceptable d'une manière économique et respectueuse de l'environnement. Ces outils comprennent la surveillance des cultures et un ensemble de méthodes de lutte culturale, physique, biologique et chimique. La lutte intégrée consiste à identifier correctement un organisme nuisible, à connaître son évolution et le stade de son cycle biologique le plus vulnérable, à établir des seuils d'intervention ainsi qu'à choisir des techniques de lutte appropriées et à évaluer leur efficacité. De nos jours, les pépiniéristes adoptent de plus en plus ces méthodes pour combattre les ennemis des cultures, car elles leur permettent de prendre des décisions éclairées, ce qui se traduit par une diminution du

recours aux pesticides. En Ontario, les paysagistes et les arboristes doivent se conformer à la *Loi sur les pesticides* qui a été modifiée par la *Loi de 2008 sur l'interdiction des pesticides utilisés à des fins esthétiques*. Les exigences à respecter sont précisées dans le Règlement de l'Ontario 63/09.

Avant de prendre des mesures précises contre des organismes nuisibles, il convient de déterminer le niveau d'infection ou d'infestation que la culture peut tolérer. Ce niveau, appelé seuil d'intervention, varie en fonction de différents facteurs. Étant donné la diversité des cultures ornementales à protéger et la multitude des ennemis à combattre, il arrive souvent qu'on ne dispose pas de données précises sur le seuil d'intervention visant un ennemi en particulier. En tenant des registres précis de leurs cultures, les producteurs et les paysagistes pourront établir eux-mêmes ces seuils. Ceux-ci peuvent dépendre du nombre d'organismes nuisibles présents sur les plantes, de la proportion d'organes végétaux touchés ou du niveau d'infection ou d'infestation que la plante peut tolérer avant que la perte économique qui en découle soit égale au coût des traitements (soit le seuil de nuisibilité économique). La plupart des plantes ornementales saines peuvent tolérer un niveau modéré d'infestation, mais les clients des paysagistes et des centres de jardinage peuvent avoir des exigences plus strictes.

Surveillance

La surveillance est le volet primordial de la lutte intégrée. Les données de surveillance procurent en effet l'information de base sur laquelle sont fondées les décisions d'intervention. Les programmes de surveillance s'appuient sur des visites périodiques des zones de production durant la saison de croissance et pendant la période de reproduction hivernale. La

plupart des activités de surveillance se font sur une base hebdomadaire.

Une détection précoce est essentielle pour empêcher les ennemis des cultures d'atteindre des seuils de nuisibilité économique et elle peut contribuer à réduire au minimum l'emploi de pesticides.

Dépistage

Le dépistage a pour but d'observer et de consigner l'état de santé des cultures de manière à bien orienter la lutte contre leurs ennemis. Les dépisteurs doivent :

- prendre des échantillons de plants de chacun des blocs de culture et rechercher la présence de tout symptôme particulier sous les branches, dans les angles formés par les branches et le tronc, sur le revers des feuilles et sur les nouvelles feuilles qui sortent;
- examiner régulièrement le collet et le système racinaire des plants afin d'y détecter la présence d'infections, d'infestations et de problèmes physiologiques;
- communiquer régulièrement avec les producteurs et le personnel responsable de l'irrigation afin de discuter des pratiques de production de végétaux et de l'incidence que ces pratiques peuvent avoir sur la qualité des cultures et sur la lutte contre les ennemis.

Pour obtenir d'autres renseignements, se reporter au tableau 2-1, *Symptômes de dégâts causés par des ravageurs et leurs causes possibles*, à la page 44, et au tableau 2-2, *Symptômes de dégâts causés par des ravageurs et leurs causes possibles (regroupements par indices de la présence d'insectes)*, à la page 45.

Pour faire leur travail, les dépisteurs doivent pouvoir évaluer l'état de santé des végétaux, ce qui suppose une connaissance de base en matière de production végétale, de phytopathologie, d'entomologie et de malherbologie. Compte tenu du vaste éventail de plantes d'ornement ligneuses et herbacées cultivées en Ontario, il est indispensable d'étiqueter clairement les blocs de cultures (en précisant les cultivars et les dates de plantation) et d'établir une carte afin de s'y reporter. Dans le cas des aménagements paysagers, une carte rudimentaire indiquant les noms des végétaux constitue un bon document de référence pour la surveillance. Une

identification appropriée des plantes hôtes est souvent indispensable à l'identification des ravageurs.

Le nombre d'espèces cultivées implique qu'une très large gamme d'organismes vivants (insectes, acariens et micro-organismes) peuvent se manifester au cours de la saison de croissance. Ces organismes ne sont pas tous des ennemis des cultures; bon nombre sont d'importance secondaire et sont de passage ou se nourrissent de matières non végétales. Pour faciliter l'identification des ennemis à combattre, le dépisteur doit avoir à sa disposition des documents pertinents qui précisent les caractéristiques identifiables des ennemis en cause, les plantes hôtes ainsi que l'évolution et le cycle biologique des ravageurs normalement rencontrés en Ontario. Cette information peut servir non seulement à identifier l'ennemi à combattre, mais aussi à cibler le stade de son cycle biologique afin d'utiliser diverses méthodes de lutte. On se servira d'une loupe (d'un pouvoir grossissant de 10 à 20 fois) pour bien reconnaître les traits caractéristiques des ennemis des cultures. La documentation pertinente peut comprendre des guides de référence sur les espèces ornementales ligneuses et herbacées, des publications gouvernementales et universitaires et des sites Internet. Pour plus d'information sur les ouvrages à consulter, voir la page Web du MAAO sur les plantes de pépinière et d'ornement, au www.ontario.ca/cultures. Noter que la Clinique de diagnostic phytosanitaire offre des services d'identification des ennemis des cultures (voir l'annexe E, Services de diagnostic, à la page 90).

Degrés-jours de croissance et modèles phénologiques

Par le passé, les interventions phytosanitaires se faisaient à des dates précises, de sorte que les applications de pesticides étaient souvent inutiles parce qu'elles ne coïncidaient pas nécessairement avec le stade de croissance de l'ennemi à combattre où celui-ci était le plus vulnérable. De nos jours, les techniques de lutte contre les ennemis des cultures tiennent compte des températures, des données météorologiques et des modèles phénologiques (développement). Le principe sous-jacent du modèle phénologique est simple : les végétaux et les insectes ont besoin d'une certaine quantité de chaleur pour franchir les différents stades de leur croissance. La

quantité de chaleur est souvent exprimée en degrés-jours de croissance (DJC) et est calculée comme suit : pour chaque période de 24 heures, on note les températures maximale et minimale, on applique à ces données la formule ci-dessous pour obtenir les DJC en fonction de la température de base (c.-à-d. 10 °C ou 50 °F), on fait ensuite la somme des DJC quotidiens et on obtient alors le total des DJC dans la région. Il ne faut pas soustraire les valeurs de DJC négatives s'il y en a.

Formule de calcul des degrés-jours de croissance

$$\frac{\text{Temp. max. quotidienne} + \text{Temp. min. quotidienne}}{2} - \text{Temp. de base}^* = \text{Degrés-jours de croissance}$$

* Température de base constante

Exemple de calcul (température de base : 10 °C)

$$\frac{17\text{ °C} + 5\text{ °C}}{2} - 10\text{ °C} = 1\text{ DJC (10 °C)}$$

Les degrés-jours de croissance sont censés accroître l'efficacité du programme de surveillance et non pas le remplacer.

Les producteurs et les paysagistes utilisent les modèles de DJC pour prévoir l'apparition de différents ennemis des cultures en se basant sur les données de température qu'ils ont eux-mêmes recueillies ou qu'ils ont obtenues du bureau météorologique local. Les modèles de DJC peuvent servir à affiner les programmes de surveillance et à prévoir tôt l'arrivée des ravageurs. Avec le temps, on a constaté que les données de température enregistrées en regard du développement des plantes et de leurs ennemis révélaient l'existence d'une corrélation entre les stades de développement de certains végétaux et l'évolution de certains insectes. Ainsi, lorsque les fleurs de *Magnolia x soulangiana* sont au stade du bouton rose, les nymphes du puceron gallicole de l'épinette qui ont hiberné commencent à se nourrir et sont alors vulnérables aux applications d'insecticides. Des corrélations ont été établies entre la fructification et la floraison de certaines espèces ornementales communes et les

stades de croissance de divers phytoravageurs.

Ces végétaux sont appelés « plantes indicatrices » (voir le tableau 2-3, *Principales plantes indicatrices utilisées dans les modèles phénologiques en Ontario*, à la page 46). Des horticulteurs ont découvert que les stades phénologiques des plantes indicatrices étaient plus précis que les modèles de DJC.

Lorsqu'un programme de surveillance couvre de nombreux endroits (comme c'est le cas pour les entreprises d'entretien paysager), il convient d'utiliser la méthode des stades phénologiques de plantes indicatrices pour orienter le déroulement du programme. La combinaison des données sur les DJC et des stades phénologiques des plantes indicatrices peut donner une idée plus précise du moment de l'apparition des ennemis des cultures et du meilleur moment pour les combattre. Pour plus d'information, voir les tableaux 2-4 à 2-17, à partir de la page 47.

Pour obtenir plus d'information sur le moment où intervenir et les méthodes de lutte contre les ennemis des cultures ornementales en Ontario, consulter le blogue ONnurserycrops, au www.onnurserycrops.wordpress.com (en anglais seulement).

Outils de surveillance

Il existe de nombreux outils destinés à faciliter le dépistage des ennemis des cultures. On les désigne collectivement sous le nom de « pièges », bien que bon nombre d'entre eux ne servent pas toujours à éliminer les ravageurs. Bien souvent, on les utilise pour détecter l'apparition des insectes et évaluer leur nombre.

- La plupart des *pièges-appâts* servent à capturer des insectes en les attirant à l'aide de phéromones (hormones sexuelles) ou d'autres substances attractives (p. ex. des odeurs de fleur). Environ une à deux semaines avant l'apparition prévue des adultes, installer au moins deux pièges-appâts par zone de surveillance en prenant soin de les placer du côté de la zone qui est exposé au vent dominant. Utiliser si possible le même type de phéromone et la même marque de piège d'un

endroit et d'une année à l'autre.

- Les *pièges-refuges* proposent aux insectes des endroits où se cacher (p. ex. toiles de jute pour attirer le charançon noir de la vigne à l'état adulte et les larves de la spongieuse).
- Les *pièges encollés* (jaunes, bleus ou autres) permettent de capturer les insectes volants adultes (pucerons, aleurodes, mineuses, thrips, cicadelles, etc.).
- Le *ruban adhésif* qu'on enroule (côté collant vers l'extérieur) autour des tiges et des petites branches sert à capturer les cochenilles rampantes à des fins de surveillance.
- Les *plateaux de collecte* permettent de surveiller les populations d'acariens et de punaises et les excréments laissés par les chenilles. Ce peut être simplement une pellicule blanche fixée sur un cadre ou une feuille blanche posée sur une planchette à pince. On s'en sert pour recueillir les insectes qui tombent des branches après qu'on les a secouées.
- Les *pièges à fosse* permettent de suivre les mouvements des ravageurs qui ne volent pas (comme les limaces et les adultes des charançons des racines). Ils sont constitués d'un récipient en forme de coupe qu'on enfonce dans le sol de manière à ce que le bord supérieur soit au ras de la terre.

Registres des données de surveillance

Consigner les données de surveillance sous une forme structurée et accessible (p. ex. un fichier informatisé). Ces données sont très utiles pour définir les seuils d'intervention et les stratégies de lutte pour les années à venir. Classer les données sous les titres suivants :

- date (jour-mois-année);
- emplacement (p. ex. ferme X, bloc C, côté sud);
- plante hôte (y compris le nom du cultivar ou de la variété et le stade de développement);
- symptômes associés à l'ennemi ou à l'hôte (y compris la densité et le stade de croissance ainsi que le pourcentage ou les parties de plants atteints);
- DJC ou stade phénologique des plantes indicatrices, ou les deux;
- mesures prises (p. ex. pulvérisation du pesticide x à une concentration y dans la zone z, méthode culturale).

On trouvera un modèle de registre à l'annexe G, *Registre de dépistage des ennemis des cultures*, page 95.

Plantes indicatrices

Les plantes indicatrices sont des plantes d'ornement qui semblent être les premières à attirer certaines espèces de ravageurs (p. ex. les espèces des genres *Caragana* et *Acer* annoncent l'arrivée des cicadelles). On a donc intérêt à examiner ces plantes au début de chaque cycle de surveillance : en les observant de près, on peut détecter la présence des ravageurs avant qu'ils n'atteignent les seuils de nuisibilité économique et ne portent atteinte aux cultures qui restent.

Lutte culturale

Les activités de lutte culturale comprennent les précautions et les pratiques de gestion optimales qui aident à prévenir les infestations. En voici des exemples :

- Éviter d'arroser en fin de journée, parce que les feuilles qui restent mouillées trop longtemps sont plus vulnérables aux infections. En présence d'une maladie, arroser suffisamment pour bien mouiller la zone racinaire, mais moins souvent de sorte que le sol puisse sécher un peu entre les arrosages, ce qui favorisera un enracinement plus profond.
- Choisir des cultivars qui tolèrent les maladies et les insectes (p. ex. *Betula nigra* et ses cultivars tolèrent mieux l'agrile du bouleau que *Betula pendula*).
- Stériliser à la vapeur le matériel de reproduction des plants avant de le réutiliser.
- Les pots et les godets sont très difficiles à stériliser. Si l'espèce est sensible aux maladies, toujours utiliser des pots et des godets neufs à l'étape de la reproduction : on élimine ainsi les risques

d'infection (p. ex. par *Fusarium*) provenant des résidus organiques présents sur les pots et les godets ayant déjà servi.

- Choisir uniquement des plants sains pour les boutures et le bois de greffe afin d'éviter des problèmes à l'étape de la production.

Lutte physique ou mécanique

Les moyens physiques, p. ex. enlever manuellement les plants ou parties de plants qui sont infestés, peuvent constituer un élément important de la lutte intégrée.

- Enlever les matières végétales infestées et les organismes nuisibles (y compris les mauvaises herbes) des lieux de culture et des aménagements paysagers et les détruire. Irriguer la terre si les pluies sont insuffisantes.
- Utiliser des outils de désherbage pour déraciner les mauvaises herbes et mettre ainsi les insectes en contact avec leurs ennemis naturels.
- Dans les aménagements paysagers, entourer les troncs d'arbre de ruban adhésif de manière à piéger les insectes rampants et les adultes reproducteurs ainsi que leurs masses d'œufs (p. ex. les adultes de la spongieuse).
- Dans les serres de reproduction, utiliser du ruban jaune encollé pour capturer les insectes volants.
- À noter que tout nouveau matériel végétal reçu dans une pépinière doit être mis en quarantaine à son arrivée (à bonne distance des secteurs de culture) et gardé en observation pour y repérer d'éventuelles maladies ou la présence de ravageurs.

Lutte biologique

De nombreux prédateurs et parasites naturels contribuent à tenir en échec les ennemis des cultures. Par exemple, certains acariens prédateurs se nourrissent de diverses espèces d'acariens parasites. La coccinelle (à l'état larvaire comme à l'état adulte) et la chrysope (à l'état larvaire) sont des prédateurs couramment rencontrés dans nos champs. Elles se nourrissent d'insectes à corps mou comme les pucerons, les acariens et les nymphes de cochenilles. La guêpe ichneumon est un autre parasite utile bien connu. La femelle pond ses œufs à l'intérieur d'insectes à corps mou, comme les pucerons. Les œufs donnent naissance à des larves qui se nourrissent de leur hôte et qui finissent par

le tuer. De nombreux insecticides à large spectre utilisés contre les ravageurs affectent également leurs prédateurs naturels. Lors des tournées de dépistage, on recherchera également la présence de prédateurs et de parasites naturels des ravageurs : ce sont de précieux alliés dans la lutte contre les ennemis des cultures et, dans certains cas, ils peuvent rendre les pesticides moins nécessaires. Au moment d'acheter des pesticides, choisir d'abord ceux qui ont le moins d'effets nocifs sur les parasites utiles et les prédateurs naturels.

On trouve sur le marché en Ontario une large gamme d'auxiliaires de lutte biologique pour les cultures. La plupart visent à combattre les insectes et les acariens et sont plus efficaces en milieu clos (comme les serres). Certains prédateurs naturels peuvent être efficaces à l'extérieur, surtout s'ils y trouvent un approvisionnement constant en pollen et en nectar pendant la saison de croissance. Nombreux sont les prédateurs adultes et les parasites qui ont besoin de l'énergie qu'ils tirent du nectar et du pollen des fleurs pour se reproduire. S'ils n'arrivent pas à trouver la source de nourriture nécessaire, ils quitteront la région où ils se trouvent et se reproduiront ailleurs. À long terme, les acariens prédateurs peuvent également contribuer à réduire les populations d'acariens nuisibles dans les champs. Selon des études récentes, les nématodes entomopathogènes (*Heterohabditis megidis*) seraient très efficaces contre le charançon des racines dans les cultures en contenant et réduiraient d'environ 50 % les populations du même insecte dans les champs. Pour plus d'information sur les produits de lutte biologique, consulter la publication 370F du MAAO intitulée *Guide de la floriculture en serre*.

Lutte chimique

Quand toutes les autres méthodes de lutte ont échoué ou que les populations d'ennemis des cultures risquent d'avoir des répercussions sur la valeur économique des cultures, le recours aux pesticides peut se révéler la solution la plus efficace. Le programme de lutte chimique est un volet important du programme de lutte intégrée. Choisir le produit le plus approprié qui est le moins toxique tout en étant efficace en tenant compte de l'ennemi à combattre et du végétal sur lequel le produit

sera utilisé. Faire les applications de pesticides en fonction des données recueillies lors des tournées de surveillance. Appliquer le produit au stade de croissance de l'organisme nuisible où celui-ci est le plus vulnérable (en s'appuyant sur les données de surveillance). Avant d'utiliser un pesticide, lire attentivement l'étiquette du produit pour connaître sa toxicité relative, son mode d'action, sa rémanence, son mode d'emploi et les mesures de sécurité à prendre. Pour plus d'information sur les mesures de sécurité relatives aux pesticides, consulter la publication 840F du MAAO intitulée *Guide de protection des cultures de pépinière et d'ornement*.

Les pesticides constituent des outils précieux en agriculture, mais on doit les utiliser avec prudence pour minimiser leurs répercussions sur l'environnement et empêcher l'apparition de résistances. On sait en effet que l'application d'une dose donnée de pesticide, suffisante pour détruire la plus grande partie des insectes d'une population visée, épargnera néanmoins un certain nombre d'individus qui transmettront ensuite leurs gènes à leurs descendants. Avec le temps, ce phénomène peut entraîner une résistance généralisée dans la population. Les ennemis des cultures finissent par acquérir une résistance aux produits chimiques lorsque ceux-ci sont mal ou trop souvent utilisés. Pour chaque ennemi visé, on notera le groupe chimique du pesticide utilisé et on prendra en alternance des produits appartenant à d'autres groupes chimiques. (Les insecticides et fongicides utilisés pour la protection des plantes d'ornement sont énumérés par nom de produit dans la publication 840F du MAAO intitulée *Guide de protection des cultures de pépinière et d'ornement*.)

Pratiques de gestion optimales

Les producteurs et les paysagistes peuvent contribuer grandement à la bonne santé des végétaux qu'ils cultivent en leur procurant un environnement convenable (milieu de croissance, sol, irrigation, température, zone de rusticité, lumière, espacement, choix de l'emplacement, etc.) et en leur fournissant les éléments nutritifs (type, dose, mode de distribution) dont ils ont besoin. Des modifications mineures dans l'environnement et dans la biodisponibilité des éléments nutritifs

peuvent avoir des répercussions importantes sur la santé des végétaux. Dans un aménagement paysager, les problèmes posés par les ennemis des cultures sont surtout le fait d'un mauvais choix d'emplacement (p. ex. drainage du sol, exposition lumineuse, concurrence). Avant de mettre un plant en terre, il faut connaître ses besoins : zone de rusticité, pH du sol, ensoleillement, type de sol, alimentation en eau, etc. En adoptant des pratiques qui favorisent la pousse et le maintien de plants vigoureux, les producteurs peuvent prévenir des infections et des infestations coûteuses.

La mise en œuvre d'un protocole de biosécurité contribuera à réduire les possibilités d'introduction de risques biologiques dans les installations de production ainsi que les possibilités de propagation de ces risques entre différentes installations. Les risques biologiques comprennent les pathogènes des plantes, les parasites et les ravageurs. Le protocole de biosécurité doit énoncer les pratiques de gestion optimales à suivre pour garantir un assainissement efficace. Il faut veiller à ce que les employés et les visiteurs respectent le protocole. On peut, par exemple, exiger que les visiteurs garent leur véhicule aux endroits réservés à cette fin et qu'ils s'inscrivent à l'entrée afin que tous soient au courant du protocole de biosécurité en vigueur. On peut également disposer à des endroits stratégiques des cuvettes de désinfection des bottes et des mains pour prévenir tout risque d'introduction et de propagation d'organismes nuisibles.

Les pratiques de gestion optimales font partie intégrante de tout système de production culturale. Ces pratiques consistent en une série de directives que tout producteur responsable doit appliquer dans son exploitation pour garantir à la fois la santé des végétaux et celle de l'environnement. Elles portent notamment sur une utilisation rationnelle de l'eau et des engrais, le recyclage des matières plastiques et l'utilisation responsable des pesticides. Il faut aussi surveiller la qualité de l'eau d'irrigation et analyser les eaux de lessivage et les substrats afin de déceler sans délai toute anomalie.

L'eau d'irrigation provenant de chaque source d'eau doit être échantillonnée au printemps, à l'été et à l'automne. Il est bon de faire analyser l'eau au moins trois fois l'an, les changements de niveau

d'eau au cours des saisons ayant une influence sur la concentration des sels nocifs. L'analyse sera confiée à un laboratoire accrédité et portera sur le pH, la conductivité électrique (CÉ) ainsi que les teneurs en bicarbonates, en sodium, en chlorure et en sulfates. Voir la liste des laboratoires accrédités à l'annexe C, *Laboratoires accrédités par le MAAO pour les analyses d'échantillons de sol, de feuilles et de substrats de culture en serre*, à la page 87. Consulter également le tableau 1–15, *Fourchettes acceptables des caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation*, à la page 29 qui compare les caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation de bonne qualité.

Dans la pépinière, échantillonner aux deux semaines les substrats des contenants. On peut aussi échantillonner aux deux semaines les eaux de lessivage par la méthode connue sous le nom de Pour-Thru Procedure (ou par la méthode d'extraction Virginia Tech), qui est prévue pour les cultures de pépinière, en procédant comme suit :

1. Attendre de 30 à 60 minutes après la dernière irrigation pour que les pots se drainent complètement.
2. Placer des soucoupes sous les pots à échantillonner ou insérer les pots dans des sacs de plastique et les placer à l'intérieur d'autres pots.
3. Verser suffisamment d'eau distillée à la surface du substrat pour recueillir environ 50 mL d'eau de lessivage à la base du pot. Faire ces prélèvements sur cinq pots par bloc (ou zone d'irrigation) de manière à obtenir un échantillon représentatif du bloc.
4. Expédier les échantillons à un laboratoire accrédité.

(Pour obtenir de plus amples détails sur la méthode Pour-Thru Procedure, consulter www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-401.html (en anglais seulement).

Comparer l'évolution des données relatives à la CÉ et au pH et surveiller les concentrations de sels fertilisants (p. ex. N, P, K) présents dans le sol. Se doter avec le temps d'une base de données qui permet d'établir une corrélation entre les teneurs en sels et le pH et une croissance saine des plantes. Ces données permettront au producteur de déceler tôt les pics de concentrations de sels et d'intervenir

à temps par des arrosages destinés à lessiver le sol pour éviter que les racines ne soient endommagées. Les analyses révéleront aussi toute baisse des teneurs en sels contenus dans les engrais et les moments où des apports supplémentaires pourront être justifiés. Dans les champs ou sur des terrains paysagers, échantillonner le sol là où de nouvelles plantations sont prévues ou aux endroits où la croissance ne semble pas optimale. Pour des directives sur la façon d'analyser le substrat des contenants, voir la rubrique « Méthode d'échantillonnage et d'analyse des substrats d'empotage », à la page 22, ainsi que le tableau 1–14, *Teneur des substrats en éléments nutritifs pour la plupart des cultures en contenants selon les analyses de substrats de culture en serre*, à la page 24. Pour des directives sur la façon d'analyser les sols des champs, voir la rubrique « Prélèvement des échantillons de sol des champs », à la page 2. Consulter également le tableau 1–5, *Besoins en phosphore du matériel de pépinière de plein champ pour les plantations nouvelles ou établies*, à la page 7, et le tableau 1–6, *Besoins en potassium du matériel de pépinière de plein champ pour les plantations nouvelles ou établies*, à la page 8.

Pour plus d'information, voir :

- **Les pratiques de gestion optimales : Gestion intégrée des ennemis des cultures, commande n° BMP09**

Insectes et acariens nuisibles aux arbres et aux arbustes

Les insectes et acariens sont classés en fonction de leurs habitudes alimentaires et du type de dommages qu'ils infligent aux plantes ligneuses dans les catégories suivantes : défoliateurs, suceurs, térébrants ou foreurs, gallicoles et terricoles.

Parfois, les dommages sont caractéristiques, ce qui permet d'en identifier le responsable sans même l'avoir vu à l'œuvre (voir le tableau 2–1, *Symptômes de dégâts causés par des ravageurs et leurs causes possibles*, à la page 44). D'autres ravageurs évoluent à l'intérieur même des plantes, à l'abri des regards. Une loupe (grossissant de 10 à 20 fois, par exemple) peut être utile pour observer les ravageurs de petite taille, comme les acariens.

Défoliateurs

Les insectes défoliateurs se nourrissent de tissu foliaire, individuellement ou en colonies denses. Leurs habitudes alimentaires sont très variées : certains dévorent les feuilles entières, tandis que d'autres se limitent au tissu internervaire. Il y en a qui dévorent le parenchyme en ne laissant que les nervures — donnant à la feuille l'aspect d'un squelette —, tandis que d'autres creusent des galeries entre les surfaces de la feuille.

Certains de ces insectes sont à découvert, d'autres se protègent sous une toile, une feuille repliée ou un abri portatif. Tous ont cependant ceci en commun qu'ils nuisent à la plante en réduisant sa surface foliaire. Ils entravent ainsi la photosynthèse, ce qui prive le végétal d'éléments nutritifs. Ils nuisent aussi au transport et à la diffusion des éléments nutritifs à l'intérieur de la plante. Les insectes défoliateurs les plus répandus sont énumérés ci-dessous. Consulter également la rubrique « Compendium des ravageurs et des maladies ainsi que des pratiques de gestion recommandées » dans la publication 840F du MAAO intitulée *Guide de protection des cultures de pépinière et d'ornement*.

Chenilles

Les chenilles sont les larves des papillons diurnes et nocturnes. Elles peuvent se nourrir en colonies ou individuellement. Les chenilles se caractérisent par trois paires de vraies pattes situées sur l'abdomen, près de la tête, et par au plus cinq paires de fausses pattes charnues vers l'arrière. Ce groupe comprend les arpeuteuses qui n'ont que deux ou trois paires de fausses pattes charnues.

Coléoptères phyllophages

De nombreux coléoptères, tant au stade adulte qu'au stade larvaire, se nourrissent de feuilles. Ils peuvent dévorer les feuilles en entier, n'en laisser que le squelette ou y creuser des galeries.

Mineuses de la feuille et porte-cases

Au cours de leur développement, les larves de ce groupe d'insectes se dissimulent à l'intérieur du tissu des feuilles ou d'abris faits de fragments de feuilles et d'excréments qu'ils transportent pour se couvrir pendant qu'ils se nourrissent. Les tunnels

que les mineuses font dans les feuilles peuvent être droits, sinueux ou irréguliers. Ces ouvrages sont suffisamment différenciés pour permettre l'identification des insectes qui les creusent, même si ceux-ci sont souvent cachés. Les mineuses peuvent être des larves de noctuelles, de tenthrèdes, de coléoptères ou de moucheron.

Tenthrèdes et diprions

Ces insectes se nourrissent en groupes et dépouillent rapidement leurs hôtes de leur feuillage. Dans le Sud de l'Ontario, leurs déprédations sont normalement observées en juin et en juillet. Les adultes ont deux paires d'ailes et ressemblent souvent à de petites abeilles dont la couleur va de l'ambre au noir. Les larves de la plupart des espèces ressemblent à des chenilles, avec trois paires de vraies pattes sur l'abdomen (près de la tête). Elles ont aussi habituellement au moins six paires de fausses pattes charnues qui sont situées postérieurement sur l'abdomen.

Insectes suceurs

Les insectes suceurs regroupent les pucerons, les punaises réticulées, les cicadelles, les cochenilles, les acariens, les aphrophores et les thrips. Ces ravageurs affaiblissent les arbres et les arbustes en se nourrissant de leur sève; certains injectent également des sécrétions qui endommagent ou tuent les cellules de la plante. La plupart sont minuscules et difficiles à apercevoir, mais n'en sont pas moins très nuisibles.

Le feuillage des végétaux attaqués n'étant ni déchiré ni détruit, on est souvent aux prises avec des infestations majeures avant même d'avoir aperçu des insectes. Les signes de dommages sont les suivants : feuilles mouchetées et décolorées, frisées ou recroquevillées, dépérissement du feuillage et des jeunes tiges, durcissement des boutons floraux et malformation des fleurs et des feuilles.

Les insectes suceurs les plus communs sont énumérés ci-dessous. Voir aussi la rubrique « Compendium des ravageurs et des maladies ainsi que des pratiques de gestion recommandées » dans la publication 840F du MAAO intitulée *Guide de protection des cultures de pépinière et d'ornement*.

Pucerons

Les pucerons sont de petits insectes au corps mou en forme de poire; ils peuvent être verts, rouges, bruns ou noirs. Certains se nourrissent de feuilles, d'autres de racines; on les trouve souvent enveloppés d'une masse laineuse. Les pucerons qui se nourrissent de feuilles ont tendance à s'agglutiner sur les nouvelles pousses ou sur le revers des feuilles. Les dépouilles de couleur claire des nymphes restent souvent attachées à la face inférieure des feuilles; c'est le cas notamment des cicadelles.

Les pucerons sécrètent un exsudat sucré et collant appelé miellat qui attire les fourmis, les mouches et les guêpes. Ce miellat peut devenir particulièrement gênant lorsqu'il s'accumule sur des objets situés sous les plantes infestées. Il favorise alors le développement de fumagine, qui enlaidit les plantes. Le champignon responsable de la fumagine n'infecte pas la plante hôte et meurt dès que le miellat a disparu.

Cicadelles

Les cicadelles sont de petits insectes cunéiformes qui sautent, courent ou volent lorsqu'on les dérange. Elles sont habituellement de couleur uniforme jaune ou verte, bien que certaines soient rayées. Elles s'attaquent généralement à des plantes ligneuses comme le pommier, le caragana, l'orme, le févier d'Amérique, le prêle trifolié, l'érable et le rosier.

Les cicadelles se nourrissent du revers des feuilles. Ce faisant, elles en altèrent la couleur et provoquent l'apparition de petits points jaunâtres sur leur face supérieure. Tout comme dans le cas des pucerons, les restes de couleur claire de la mue des nymphes demeurent souvent fixés au revers des feuilles, ce qui confirme de façon certaine la présence du ravageur. Il est à noter qu'on peut facilement confondre les dommages causés par la cicadelle et ceux du tétranyque à deux points.

La cicadelle de la pomme de terre (*Empoasca fabae*) est une espèce qu'on retrouve souvent dans les cultures ligneuses de pépinière. Son alimentation cause la déformation et le rabougrissement des feuilles ainsi que l'apparition d'une bande sombre sur leur pourtour, ce qu'on associe souvent à tort à des brûlures ou dommages causés par des

températures extrêmes. On commence à observer les symptômes au début de juin. Même si l'érable (à sucre ou plane) est l'un de ses hôtes préférés, la cicadelle de la pomme de terre s'en prend également à d'autres arbres à feuilles caduques.

Acariens

Les acariens, qu'on appelle parfois tétranyques, ne sont pas des insectes à proprement parler, mais de minuscules animaux apparentés étroitement aux araignées et aux tiques. Ils tissent des toiles entre les aiguilles ou les feuilles afin de ne pas être dérangés et de se protéger de leurs ennemis naturels.

Les acariens se reproduisent rapidement, particulièrement par temps chaud et sec. Les résineux et les feuillus sont des hôtes potentiels et peuvent héberger plusieurs générations dans la même année. L'activité des acariens altère la couleur des feuilles en les tachetant, en les décolorant ou en leur donnant une couleur bronze. De minuscules taches constituées d'œufs ou de coquilles d'œufs brisées apparaissent. Les infestations sévères peuvent entraîner la chute prématurée du feuillage.

Comme le dommage causé est considérable et se produit rapidement, il faut commencer le dépistage tôt dans la saison. La plupart des acariens sont invisibles à l'œil nu. Pour les repérer, on utilisera une loupe qui grossit de 10 à 20 fois. On peut aussi tout simplement placer une feuille de papier blanc sous une branche qu'on croit infestée et secouer celle-ci vigoureusement. Si des acariens s'y trouvent, ils tomberont sur le papier et prendront l'aspect de minuscules points mobiles de la taille de la pointe d'un crayon.

Les acariens qu'on retrouve le plus souvent dans les arbres sont :

- le tétranyque rouge du pommier (*Panonychus ulmi*) sur les arbres fruitiers;
- le tétranyque rouge du chêne (*Oligonychus bicolor*) sur les chênes;
- le tétranyque du févier (*Eotetranychus multigituli*) sur le févier d'Amérique;
- le tétranyque de l'érable (*Oligonychus aceris*) sur les hybrides d'érables rouges et d'érables argentés;

- le tétranyque de l'épinette (*Oligonychus ununguis*) sur l'épinette, la pruche, le thuya occidental et le genévrier;
- le tétranyque à deux points (*Tetranychus urticae*) sur l'orme, le tilleul, le rosier et les arbres fruitiers ornementaux;
- les différents phytoptes sur l'orme, le févier d'Amérique, l'érable, le chêne et le troène.

Thrips

Les thrips sont de minuscules insectes au corps grêle qui ravagent les feuilles et les fleurs de plusieurs espèces ligneuses et herbacées. Ils possèdent des pièces buccales de type piqueur-suceur et se nourrissent fréquemment de l'intérieur des feuilles, des bourgeons à feuilles ou des bourgeons floraux. Les dommages causés par les thrips passent souvent inaperçus jusqu'à l'éclosion des bourgeons infestés, où l'on peut alors observer des marbrures ainsi qu'une déformation des pousses.

Punaises

Les punaises sucent la sève des plantes à l'aide de leurs pièces buccales de type piqueur-suceur. Elles sont nuisibles au stade adulte comme au stade nymphal. Elles causent souvent des dommages aux jeunes pousses et aux feuilles en croissance. Les signes de leur présence comprennent des feuilles piquetées et déformées et des pousses rabougries.

Nouvelle venue dans le Sud de l'Ontario, la punaise marbrée (*Halyomorpha halys*) se nourrit en suçant les fruits, les feuilles et les rameaux en croissance de plusieurs espèces de plantes ligneuses fruitières ou ornementales. Même si elle ne tue pas les plantes, elle peut causer des dommages considérables aux arbres et arbustes d'une pépinière ou d'un aménagement paysager. La punaise marbrée possède des caractéristiques distinctives, notamment deux bandes blanches sur ses antennes, des bandes blanches sur ses pattes et des triangles blancs entre des bandes foncées sur le bord de ses ailes membraneuses (lorsque celles-ci sont au repos). Elle est aussi un insecte nuisible parce qu'elle hiverne dans les maisons.

Cochenilles

Ces minuscules insectes sont immobiles pendant la majeure partie de leur vie. Ils se fondent à la plante hôte, se dissimulant sur la face inférieure des rameaux et des feuilles de l'année dont ils se nourrissent, ce qui les rend difficiles à repérer. Comme ce sont des insectes ravageurs suceurs, ils produisent du miellat et sont souvent associés aux insectes ravageurs qui butinent le miellat (fourmis et guêpes), et on trouve souvent de la fumagine sur les dépôts de miellat. Pour faciliter l'identification des cochenilles, on les divise en trois groupes : cochenilles à bouclier, cochenilles à corps mou dépourvues de bouclier et cochenilles farineuses.

Cochenilles à bouclier

Les cochenilles à bouclier se trouvent fréquemment sur les arbres et les arbustes. Elles peuvent avoir de 2 à 3 mm de diamètre ou de longueur et elles sécrètent un bouclier dur et cireux qui les protège. Leur corps peut être rond, ovoïde ou piriforme. Font partie de ce groupe la cochenille virgule du pommier et la cochenille du fusain.

Cochenilles à corps mou, sans bouclier

Ces cochenilles peuvent être grosses (longueur maximale de 6 mm) et ont une forme convexe une fois à maturité. Elles ont le corps nu ou couvert de sécrétions cireuses ou cotonneuses. La lécanie de Fletcher et la cochenille du magnolia en sont des exemples.

Cochenilles farineuses

Les cochenilles farineuses sont des insectes au corps mou recouverts de filaments cireux à l'aspect de poudre. Leur longueur varie de 5 à 8 mm à maturité. Contrairement à d'autres cochenilles, les cochenilles farineuses sont mobiles (même si elles se déplacent lentement) à tous les stades de leur cycle biologique. Parmi les cochenilles farineuses les plus fréquemment rencontrées sur les espèces ornementales cultivées à l'extérieur, mentionnons la cochenille de l'if.

Insectes térébrants ou foreurs

Au stade larvaire, certaines noctuelles et certains coléoptères sont dits térébrants parce qu'ils creusent des galeries dans les bourgeons, les tiges, l'écorce ou

le bois des arbres et des arbustes. Quelques espèces s'en prennent à des arbres sains, mais la plupart s'attaquent à des arbres et des arbustes fragilisés ou endommagés pour quelque raison que ce soit. Les individus du stade larvaire se nourrissent depuis l'intérieur des arbres (dans l'écorce, le cambium ou la partie ligneuse interne). L'agrile du frêne (*Agrilus plannipennis*) et le longicorne asiatique (*Anoplophora glabripennis*) sont deux des insectes térébrants à être apparus récemment en Ontario. Pour plus d'information, voir la rubrique « Compendium des ravageurs et des maladies ainsi que des pratiques de gestion recommandées » dans la publication 840F du MAAO intitulée *Guide de protection des cultures de pépinière et d'ornement*. L'agrile du frêne et le longicorne asiatique sont des ravageurs justiciables de quarantaine. Cela signifie que leurs déplacements et ceux des plants ou parties de plants qui en sont infestés sont réglementés de manière à prévenir la dissémination vers des lieux non infestés. Pour plus d'information, communiquer avec un bureau local de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (www.inspection.gc.ca).

Souvent, il est déjà trop tard pour sauver l'arbre lorsqu'on constate la présence des insectes perceurs. La prévention joue donc un rôle capital. On peut déceler leur activité par le dépérissement des rameaux et des branches, la formation de zones sombres dont la couleur est altérée ou nécrosées sous l'écorce (perceur du pêcher) et la présence de bois mâchouillé ou de sciure sous l'écorce (sésie à ailes transparentes du chêne rouge). De la sève ou des débris de bois s'apparentant à de la sciure peuvent adhérer à l'écorce et joncher le sol (saperde du tilleul, charpentier des bois tendres).

Les insectes térébrants ouvrent la voie aux champignons pathogènes. Ils peuvent affaiblir la structure des arbres au point de les rendre vulnérables aux vents. Tôt ou tard, ils étendront leurs galeries sur toute la circonférence du tronc, ce qui peut entraîner la mort de l'arbre. Les insectes foreurs les plus préoccupants sont ceux dont les larves se nourrissent du cambium, soit la couche de tissus vasculaires génératifs qui se trouve immédiatement sous l'écorce. Il s'agit notamment de l'agrile du bouleau et de l'agrile du frêne.

Insectes gallicoles

Les galles sont des excroissances végétatives anormales produites par l'arbre en réponse à une irritation causée par un insecte ou à l'injection par celui-ci d'une substance analogue à une hormone de croissance. L'insecte peut agir ainsi pour se nourrir de l'arbre, le percer, y pondre ses œufs ou lui injecter une toxine. Cette réaction profite généralement au ravageur en lui procurant un site protégé pour se nourrir dans les tissus de l'hôte.

Les pucerons, les acariens, les cécidomyies, les cynips gallicoles et, parfois, les larves de coléoptères et de noctuelles peuvent produire des galles. La taille, la couleur et la complexité des galles varient grandement selon l'espèce en cause, chaque espèce produisant une galle qui lui est caractéristique à partir des tissus végétaux. Les chênes et les caryers sont des sites privilégiés pour plusieurs centaines d'espèces d'insectes gallicoles. Les galles peuvent apparaître n'importe où sur un arbre. Elles enlaidissent et déforment l'arbre et peuvent faire mourir des feuilles ou des branches, mais rarement l'arbre au complet.

Ravageurs terricoles

Les ravageurs qui évoluent sous le sol peuvent causer des dommages considérables avant d'être repérés. L'étendue du fléau est parfois difficile à évaluer, tout comme l'efficacité des moyens de lutte. Les programmes de surveillance doivent comprendre l'examen des collets et des racines sous le niveau du sol, surtout dans les zones où les symptômes de stress sont évidents. Les ravageurs terricoles les plus communs sont énumérés ci-dessous.

Scarabée japonais

Le scarabée japonais (*Popillia japonica*) est un ravageur justiciable de quarantaine. Cela signifie que ses déplacements et ceux des végétaux et du sol qui en sont infestés sont réglementés de manière à empêcher les infestations de se propager à des régions non infestées. Même s'il ne fait pas mourir les cultures de pépinière en Ontario, le scarabée japonais adulte est un important défoliateur. Il importe de maîtriser les populations actuelles pour éviter que de nouvelles infestations ne se produisent. On a signalé l'existence de zones infestées dans

plusieurs provinces du Canada. Communiquer avec un bureau local de l'ACIA (voir l'annexe D, *Autres ressources*, à la page 88, pour obtenir la liste à jour de ces bureaux ou consulter le site Web de l'ACIA, au www.inspection.gc.ca).

Les larves du scarabée japonais se présentent sous forme de vers d'un blanc laiteux au corps en forme de C et d'une longueur d'environ 25 mm. Elles ont la tête brune et trois paires de pattes. Les larves de ce scarabée se distinguent des autres vers blancs par les deux rangées d'épines qui dessinent un V sur le dernier segment abdominal (raster). Elles se nourrissent des racines des gazons et des plantes de pépinière.

Lutte contre le scarabée japonais dans les pépinières

Consulter la Directive D-96-15 de l'ACIA, *Exigences phytosanitaires visant à prévenir la dissémination du scarabée japonais*, *Popillia japonica*, au Canada et aux États-Unis (www.inspection.gc.ca). Voici un ensemble de stratégies susceptibles de réduire les dommages et d'entraver la reproduction des scarabées :

- Traiter le matériel végétal en contenant à l'aide d'insecticides approuvés par l'ACIA. Voir les directives publiées par l'ACIA concernant les traitements contre le scarabée japonais pour l'expédition du matériel de pépinière (www.inspection.gc.ca).
- Surveiller l'apparition des scarabées adultes. Consulter le blogue du MAAO sur les plantes de pépinière et d'ornement (www.onnurserycrops.wordpress.com, en anglais seulement) pour savoir si des insectes adultes ont été signalés.
- À peu près à la période où le *Catalpa speciosa* commence à fleurir (mi-juin dans le Sud de l'Ontario), poser des pièges à phéromones pour évaluer le nombre de scarabées japonais adultes entrant dans le secteur. Les pièges ne sont pas un moyen d'éradiquer les scarabées; ils servent strictement à des fins de dépistage. Pour éviter d'attirer des scarabées dans la pépinière, placer les pièges à phéromones loin des cultures dans des pâturages ou des zones non cultivées ou le long des clôtures. Les recherches montrent que si le nombre de captures ne dépasse pas 4 000 individus au moment du pic d'infestation, il est peu probable

que les larves aient pu s'établir de façon durable, surtout si le sol travaillé est gardé propre.

- Inspecter les zones le long des clôtures et des haies d'arbres une fois que des adultes ont été aperçus. Tôt le matin ou vers la fin de l'après-midi, examiner le feuillage des plantes indicatrices (p. ex. vignes, rosiers) à la recherche de scarabées en train de se nourrir. Des feuilles qui n'ont plus que leurs nervures sont un signe de la présence de scarabées japonais.
- Arracher les plants de vigne sauvage et autres mauvaises herbes pouvant héberger les scarabées. Les adultes ne recherchent pas les mêmes plantes hôtes que les larves. En limitant les sources de nourriture à sa disposition, on empêche l'insecte de s'installer dans la région. Pour connaître la liste des plantes hôtes, consulter la fiche technique du MAAO, *Le scarabée japonais dans les pépinières et les pelouses*.
- Attaquer d'abord le scarabée dans les rangées d'arbres et les haies. Commencer le traitement dès que l'insecte apparaît. Les applications doivent se faire tôt le matin, avant 7 h, quand le scarabée adulte se déplace lentement.
- Tâcher d'empêcher le scarabée de pondre à l'intérieur de la pépinière en éliminant tous les sites de ponte près des plantes hôtes. La femelle scarabée aime pondre dans des zones herbeuses, comme les pâturages, les gazons et les coins envahis par les mauvaises herbes. Presque toutes les graminées peuvent abriter des populations de larves, à l'exception du trèfle alsike, de la coronille bigarrée, du trèfle rampant et du trèfle intermédiaire.
- Garder exempte de toute végétation la zone entourant le plant. Lorsqu'on retourne la motte de racines, le sol qui vient avec ne doit pas contenir de plantes hôtes potentielles. Biner une zone très large à la base des arbres.
- Creuser le sol à une profondeur de 7,5 cm, ce qui peut permettre de détruire de 25 à 30 % des larves. Le travail du sol donne de meilleurs résultats au début de l'automne ou à la fin du printemps.
- Tenir compte du fait que, en période de sécheresse, le scarabée japonais préfère pondre ses œufs dans les terres basses, humides et mal drainées ainsi que dans les champs irrigués.

- Ne pas mettre de la terre dans le substrat de remplissage des contenants de culture : on évitera ainsi d'attirer les scarabées à la recherche de lieux de ponte.
- Maintenir un bon programme de lutte contre les mauvaises herbes dans les champs et partout où sont regroupés des contenants de culture.

Autres vers blancs

Avec les larves du scarabée japonais, les larves du hanneton européen (*Rhizotrogus majalis*) et du hanneton commun (*Phyllophaga* sp.) forment le groupe d'insectes appelés « vers blancs ». Ces larves ont le réflexe caractéristique de se recroqueviller en forme de C lorsqu'on les déterre. Elles ont une capsule céphalique brune et trois paires de pattes et sont de largeur constante sur toute la longueur de leur abdomen. Les larves de diverses espèces de vers blancs se ressemblent beaucoup. Pour les identifier, examiner attentivement les petites épines du raster (le dernier segment du corps). Les larves du hanneton commun se caractérisent par deux rangées parallèles de fortes épines sur le raster et par une fente anale en forme de Y. Les larves du scarabée japonais ont deux courtes rangées d'épines fortes en forme de V sur le raster et une ouverture anale en forme de croissant. Les larves du hanneton européen ont deux rangées presque parallèles d'épines sur le raster qui s'élargissent quelque peu dans la partie caudale, ainsi qu'une fente anale en forme de Y. À maturité, les larves du hanneton commun sont les plus grosses (longueur pouvant atteindre 4 cm), suivies des larves du hanneton européen (1,5 cm) et de celles du scarabée japonais (1,25 cm). Les adultes volent et peuvent s'attaquer au feuillage des plantes ornementales des aménagements paysagers.

Les vers blancs, traditionnellement reconnus comme ravageurs de pelouses, ont élargi leur éventail d'hôtes. Depuis quelques années, on les voit s'attaquer aux racines et aux collets de plantes ligneuses de pépinière cultivées en plein champ. On signale aussi plusieurs cas de vers blancs se nourrissant de cultures légumières et de grandes cultures dans le Sud-Ouest de l'Ontario. Il faut surveiller les populations de vers blancs à la fin de l'été. Les insecticides homologués utilisés en prévention sont surtout efficaces lorsqu'ils sont appliqués au début des périodes d'envol des insectes

adultes parce qu'ils seront déjà présents dans le sol au moment où les œufs éclore. Les insecticides homologués (incluant les nématodes), utilisés à des fins curatives ou comme traitement d'urgence, sont plus efficaces avant la fin de l'été, période où les vers blancs sont encore assez petits pour être vulnérables et se nourrissent près de la surface. Le lilas du Japon, l'orme et le cerisier comptent parmi les plantes indicatrices (hôtes) des vers blancs adultes, tandis que le sapin et l'épinette sont des hôtes larvaires.

Charançons des racines

Les larves des charançons des racines sont petites (au plus 1 cm de long), blanches et se nourrissent du collet et des racines des plantes sous le niveau du sol. Elles endommagent souvent les plantes au point de les faire mourir. Elles possèdent une capsule céphalique brune, n'ont pas de pattes et sont plus renflées au centre de l'abdomen qu'à l'arrière. C'est à l'absence de pattes et à l'épaisseur inégale de leur corps qu'on les distingue des vers blancs. Les deux espèces de charançons des racines les plus répandues en Ontario sont le charançon noir de la vigne (*Otiorynchus sulcatus*) et le charançon de la racine du fraisier (*Otiorynchus ovatus*). Ce dernier se nourrit du thuya occidental et de l'épinette du Colorado, tandis que le charançon noir de la vigne compte un éventail d'hôtes beaucoup plus vaste parmi les espèces ornementales. Aucun spécimen mâle adulte n'a jamais été observé chez l'une ou l'autre de ces espèces. Le charançon noir de la vigne et le charançon de la racine du fraisier ne volent pas et ressemblent à des coléoptères, si ce n'est qu'ils ont un long rostre. Les adultes se déplacent en rampant et se nourrissent durant la nuit en découpant des encoches dans les feuilles. Les feuilles encochées entraînent rarement des dommages graves pour la plante, mais elles indiquent qu'une population de charançons est bien présente. Il faut inspecter les collets et les racines à la recherche de larves, la larve étant le stade du cycle biologique où le charançon cause le plus de dégâts. On peut voir des larves se nourrir de racines et de collets de septembre à mai, soit la période où la présence de larves de charançons est le plus probable.

Les larves de charançons sont difficiles à éradiquer avec des produits chimiques puisqu'elles peuvent s'être implantées sous la surface du sol et qu'elles

sont protégées par la couche de sol qui les recouvre. Des études récentes montrent que des nématodes entomopathogènes (p. ex. *Heterohabditis bacteriophora*) sont très efficaces contre les charançons des racines dans la culture des plants en contenants, mais qu'ils n'éliminent que 50 % des charançons des racines dans les champs. Il semble que l'irrigation limite leur efficacité dans les sols des cultures de plein champ, surtout si les sols sont sableux. On peut combattre les infestations de charançons adultes par l'utilisation d'insecticides de contact homologués appliqués sur le feuillage en début de soirée. Les plantes indicatrices des infestations de charançons des racines comprennent les espèces des genres *Taxus*, *Rhododendron*, *Euonymus*, *Thuja*, *Heuchera* et *Sedum*.

Nématodes phytoparasites

Les nématodes sont de minuscules vers ronds et effilés qui se nourrissent et se multiplient à la surface ou à l'intérieur des racines de très nombreuses plantes. On reconnaît les endroits qu'ils attaquent par les nécroses (cellules mortes) ou les renflements localisés des racines qu'ils provoquent. Ce sont également de possibles vecteurs de virus du sol qui peuvent exposer la plante à des infections secondaires par des champignons ou des bactéries. Les nématodes sont souvent plus abondants dans les sols détrempés et mal drainés (surtout durant la saison de croissance qui vient immédiatement à la suite d'une année pluvieuse). On les observe davantage dans les parties creuses des champs. Même si les populations peuvent augmenter considérablement au cours d'une saison pluvieuse, il n'est pas rare que les symptômes d'infestation ne se manifestent que l'année suivante.

Les endroits susceptibles d'abriter des nématodes doivent être traités avec des produits homologués — comme le Basamid ou le Vapam — avant qu'on procède aux plantations. Il est important, lors du traitement, de suivre attentivement les recommandations du fabricant. On lutte contre les nématodes par la rotation des cultures, la stérilisation des sols et l'utilisation de matériel végétal exempt de maladie. Pour plus d'information sur la prise d'échantillons de sol pour le dépistage des nématodes, voir l'annexe E, *Services de diagnostic*, à la page 90.

Pour en savoir plus sur les problèmes causés par les nématodes, la fumigation du sol avant les plantations ou la fumigation des cultures établies, consulter le site Web du MAAO, au www.ontario.ca/cultures. Voir aussi la rubrique « Fumigants du sol » de la publication 840F du MAAO intitulée *Guide de protection des cultures de pépinière et d'ornement*.

TABLEAU 2-1. Symptômes de dégâts causés par des ravageurs et leurs causes possibles

Catégorie	Symptômes	Causes possibles
Feuilles ou fleurs rongées	parties de feuilles ou de fleurs manquantes feuilles ou fleurs entières manquantes	chenilles (larves de papillons et de noctuelles) coléoptères au stade larvaire ou adulte larves de tenthrèdes et de diprions sauterelles escargots limaces
Altération de la couleur des feuilles	feuilles blanchies feuilles bronzées feuilles argentées feuilles piquetées feuilles rayées	punaises réticulées punaises tétranyques cicadelles pucerons psylles thrips
Parties de plantes déformées	feuilles minées de galeries feuilles décharnées feuilles enroulées, en gouttière galles sur les feuilles, tiges, fleurs et rameaux points végétatifs difformes	larves de coléoptères chenilles tenthrèdes et diprions pucerons cynipidés téphrites gallicoles psylles phytophtes
Dépérissement de la plante	mort de feuilles, de rameaux ou de branches mort d'une plante entière présence de trous et d'excréments flétrissure	coupe-rameau du chêne larves de coléoptères rhizophages insectes perceurs cochenilles pucerons <i>Adelges</i> sp.

TABLEAU 2-2. Symptômes de dégâts causés par des ravageurs et leurs causes possibles (regroupements par indices de la présence d'insectes)

Symptômes	Causes possibles
taches d'excréments foncées	pucerons cochenilles à corps mou cicadelles cochenilles farineuses psylles aleurodes
miellat fumagine	punaises réticulées thrips des serres certaines punaises tenthrèdes et diprions adultes
fil de soie bave tentes toiles	enrouleuses, tordeuses lieuses aphrophores livrées tisseuses
écoulement de sève	larves de certains coléoptères et noctuelles
tubes goudronneux	scolytes
mues	pucerons cigales larves de la sésie du pommier punaises réticulées cicadelles
matière goudronneuse	larves de certains coléoptères et noctuelles
matière floconneuse (à l'aspect de cire)	pucerons <i>Adelges</i> sp. pucerons certaines cochenilles psylles
trainée visqueuse	limaces escargots

Nématode à kystes du soja

Le nématode à kystes du soja (*Heterodera glycines*) est source d'inquiétude dans le Sud-Ouest de l'Ontario, particulièrement dans les comtés de Kent, de Perth, d'Elgin, d'Essex et de Prescott et Russell. Bien que la majorité des plantes de pépinière établies en plein champ ne soient pas affectées par ce ravageur, il convient d'adopter des

pratiques culturales qui en limitent l'expansion, comme les suivantes :

- Ne pas planter de matériel de pépinière dans un champ ayant récemment servi à la culture du soja.
- Ne pas employer dans un champ où l'on cultive du matériel de pépinière de la machinerie ayant servi à travailler des champs de soja. Les particules de sol qui y auraient adhéré risquent de contenir des kystes de nématode.
- Prendre les mesures requises pour limiter l'érosion des sols.
- Lutter contre les mauvaises herbes, car bon nombre d'entre elles peuvent héberger le nématode à kystes du soja.
- Tenir compte du fait que les nématicides sont inefficaces contre cette espèce.

Tableaux de surveillance en fonction des DJC et des stades phénologiques

Avec le temps, on a constaté que les données de température enregistrées en regard du développement des plantes et de leurs ennemis révélaient l'existence d'une corrélation entre les stades de développement de certains végétaux et l'évolution de certains insectes. Ainsi, lorsque les fleurs de *Magnolia x soulagiana* sont au stade du bouton rose, les nymphes du puceron gallicole de l'épinette qui ont hiverné commencent à se nourrir et sont alors sensibles (vulnérables) aux applications d'insecticides. Des corrélations ont été établies entre la fructification et la floraison de certaines espèces ornementales communes et les stades de développement de divers ennemis et maladies des végétaux. Ces végétaux sont appelés « plantes indicatrices » (voir le tableau 2-3, *Principales plantes indicatrices utilisées dans les modèles phénologiques en Ontario*, à la page 46). Les espèces de plantes indicatrices figurant dans le tableau peuvent être utilisées pour surveiller plus efficacement les ennemis et les maladies qui touchent les plantes de pépinière et d'ornement en Ontario. Des horticulteurs ont découvert que les stades phénologiques des plantes indicatrices étaient plus précis que les modèles de DJC. Dans le cadre du programme de surveillance, il convient d'utiliser la méthode des stades phénologiques des plantes indicatrices pour estimer les stades de développement des maladies et des

insectes ravageurs courants qui ont une incidence sur les plantes de pépinière et d'ornement. La combinaison des données sur les DJC et des stades phénologiques des plantes indicatrices peut donner une idée plus précise du moment de l'apparition des ennemis des cultures et des moyens de les surveiller et de les combattre.

Une fois que l'on connaît le stade de croissance actuel des espèces de plantes indicatrices d'une zone cultivée ou d'un aménagement paysager, on peut déterminer les ravageurs courants correspondants à dépister. Les tableaux 2–4 à 2–17 indiquent, en fonction des accumulations de DJC, les stades phénologiques des plantes indicatrices ainsi que les maladies et les ravageurs correspondants. Ces renseignements visent à faciliter la planification de la surveillance de la santé des plantes. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

On peut se renseigner auprès de stations météorologiques — comme celles d'Environnement Canada ou de Weather Innovations Incorporated — sur les températures maximales et minimales quotidiennes nécessaires au calcul du total des DJC ou obtenir cette information à partir des stations météorologiques installées à la ferme.

Bon nombre des modèles phénologiques et des modèles fondés sur les ravageurs ci-dessous ont été élaborés par le spécialiste de l'horticulture Donald A. Orton, qui est l'auteur de *Coincide: The Orton System of Pest and Disease Management*. Ce précieux ouvrage donne des renseignements détaillés sur les stades du cycle biologique les plus vulnérables des ravageurs courants des plantes de pépinière et d'ornement, d'après les observations sur les plantes indicatrices consignées pendant plus de 20 années de recherche sur le terrain. On peut se procurer cet ouvrage auprès du Labor of Love Conservatory, Wheaton (Illinois) (www.laborofloveconservatory.com, en anglais seulement).

TABEAU 2–3. Principales plantes indicatrices utilisées dans les modèles phénologiques en Ontario

<i>Acer platanoides</i>	érable plane
<i>Acer rubrum</i>	érable rouge
<i>Acer saccharinum</i>	érable argenté
<i>Acer saccharum</i>	érable à sucre
<i>Aesculus hippocastanum</i>	marronnier d'Inde
<i>Aesculus parviflora</i>	pavier blanc
<i>Amelanchier laevis</i>	amélanchier glabre
<i>Catalpa speciosa</i>	catalpa élégant
<i>Cercis canadensis</i>	gainier rouge
<i>Cirsium arvense</i>	chardon des champs
<i>Cornus alternifolia</i>	cornouiller alternifolié
<i>Cornus mas</i>	cornouiller mâle
<i>Crataegus phaenopyrum</i>	épine petit corail
<i>Daucus carota</i>	carotte sauvage
<i>Gleditsia triacanthos</i>	févier d'Amérique
<i>Hamamelis vernalis</i>	hamamélis à floraison printanière
<i>Hamamelis virginiana</i>	hamamélis à floraison automnale
<i>Hydrangea arborescens</i> <i>Grandiflora</i>	hortensia arbustif <i>Grandiflora</i>
<i>Hydrangea paniculata</i> <i>Grandiflora</i>	hortensia en panicule
<i>Kolkwitzia amabilis</i>	kolkwitzie aimable
<i>Lonicera korolkowii</i> Zabelii	chèvrefeuille de Korolkoff et de Zabel
<i>Lonicera tatarica</i>	chèvrefeuille de Tartarie
<i>Magnolia x soulangiana</i>	magnolia de Soulange
<i>Philadelphus</i>	seringa
<i>Pinus mugo</i>	pin des montagnes
<i>Prunus x cistena</i>	prunier cistiné
<i>Prunus serotina</i>	cerisier tardif
<i>Prunus triloba</i>	prunier trilobé

<i>Ribes odoratum</i>	gadelier odorant
<i>Robinia pseudoacacia</i>	robinier faux-acacia
<i>Salix caprea</i>	saule Marceau
<i>Sambucus canadensis</i>	sureau blanc
<i>Solidago canadensis</i>	verge d'or du Canada
<i>Sorbus aucuparia</i>	sorbier des oiseaux
<i>Spiraea nipponica Snowmound</i>	spirée Snowmound
<i>Spiraea x vanhouttei</i>	spirée couronne de mariée
<i>Syringa reticulata</i>	lilas du Japon

<i>Syringa villosa</i>	lilas velu
<i>Syringa vulgaris</i>	lilas vulgaire
<i>Ulmus pumila</i>	orme de Sibérie
<i>Viburnum carlesii</i>	vioerne de Carles
<i>Viburnum dentatum</i>	vioerne dentée
<i>Viburnum lantana</i>	vioerne cotonneuse, mancienne
<i>Viburnum opulus</i>	vioerne obier
<i>Weigela florida</i>	weigelia florida
<i>Yucca filamentosa</i>	yucca filamenteux

TABLEAU 2-4. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin mars au début d'avril (1-25 DJCa, Tbase 10 °C)

Plantes indicatrices

Bourgeon à feuilles	Bouton à fleurs	Début de floraison	Pleine floraison
<i>Gleditsia triacanthos</i> <i>Syringa vulgaris</i>	<i>Syringa vulgaris</i>	<i>Acer rubrum</i> <i>Acer saccharum</i> <i>Cornus mas</i> <i>Salix caprea</i>	<i>Acer saccharinum</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres et arbustes à feuilles caduques	Pucerons <i>Adelges</i> sp., acariens, cochenilles	Rechercher des œufs et des nymphes ayant hiverné (V) sur les plants qui étaient infestés l'année précédente
	Spongieuse	Masses d'œufs d'hiver sur troncs d'arbres et autres objets en bois
Arbres et arbustes à feuilles persistantes	Tétranyque de l'épinette	Œufs d'hiver (V) sur rameaux et feuillage
Aubépine	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
Cerisier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
Épinette	Puceron de l'épinette de Sitka et puceron à galle conique de l'épinette	Nymphes ayant hiverné à proximité des bourgeons sortant du repos végétatif
Érable	Acariens et cynips gallicoles	Adultes (V), œufs sur nouvelles feuilles
Févier d'Amérique	Tétranyque du févier	Traiter les femelles adultes ayant hiverné (V) avant qu'elles pondent des œufs, lorsque le <i>Hamamelis vernalis</i> et l'érable argenté sont en fleurs mais que le <i>Cornus mas</i> ne l'est pas encore

TABLEAU 2-4. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin mars au début d'avril (1–25 DJCa, Tbase 10 °C) (suite)**Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement**

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Orme	Petit scolyte européen de l'orme	Adultes (V), œufs sous l'écorce
Pin	Charançon du pin blanc	Adultes (V) dans débris de feuilles, sur pousses terminales
	Grand hylésine des pins	Adultes (V), œufs sous l'écorce
	Perce-pousse européen	Larves ayant hiverné dans les bourgeons et les points végétatifs (V)
	Puceron de l'écorce du pin	Nymphes ayant hiverné, nymphes en train d'éclore (V)
Poirier	Cochenille de San José	Nymphes ayant hiverné (V)
Pommier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
Pommier	Cochenille de San José	Nymphes ayant hiverné (V)
	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
Saule	Cochenille de San José	Nymphes ayant hiverné (V)

^a DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABLEAU 2-5. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du milieu à la fin d'avril (25–55 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Bourgeon à feuilles	Bouton à fleurs	Mi-floraison	Fin de floraison	Nouvelles feuilles
<i>Gleditsia triacanthos</i> <i>Syringa vulgaris</i>	<i>Acer platanoides</i> <i>Amelchier laevis</i> <i>Magnolia x soulangiana</i>	<i>Acer rubrum</i> <i>Cornus mas</i> <i>Forsythia</i> sp. <i>Magnolia stellata</i> <i>Salix caprea</i>	<i>Acer saccharinum</i>	<i>Ulmus pumila</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres et arbustes à feuillage persistant	Tétranyque de l'épinette	Œufs d'hiver (V) sur rameaux et feuillage
	Tordeuse des bourgeons de l'épinette	Larves (V)

Arbres et arbustes à feuilles caduques	Pucerons <i>Adelges</i> sp., acariens, cochenilles	Rechercher des œufs et des nymphes ayant hiverné (V) sur les plantes qui ont été infestées l'année précédente
	Spongieuse	Masses d'œufs d'hiver sur troncs d'arbres et autres objets en bois
Aubépine	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
Bouleau	Petite mineuse du bouleau	Adultes (petites mouches noires) autour des nouvelles feuilles; utiliser des pièges encollés pour la surveillance
Cerisier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
Épinette	Puceron de l'épinette de Sitka et puceron à galle conique de l'épinette	Nymphes ayant hiverné à proximité des bourgeons (V)
Érable	Acariens et cynips gallicoles	Adultes (V), ponte d'œufs sur nouvelles feuilles
If	Lécanie de Fletcher	Nymphes ayant hiverné sous les rameaux et le feuillage
Orme	Petit scolyte européen de l'orme	Adultes (V), œufs sous l'écorce
Pin	Charançon du pin blanc	Adultes (V), œufs sur pousses terminales
	Grand hylésine des pins	Adultes, œufs sous l'écorce
	Perce-pousse européen	Larves ayant hiverné dans les bourgeons et points végétatifs (V)
	Puceron de l'écorce du pin	Œufs d'hiver, nymphes en train d'éclore sur l'écorce
	Pyrale des pousses du pin	Larves ayant hiverné
Pommétier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
Pommier et pommétier	Livrée d'Amérique	Jeunes larves (V), petites tentes dans la fourche des rameaux
	Tavelure du pommier	Protéger les feuilles de pommier et de pommétier à l'aide de fongicides dès que les bourgeons commencent à ouvrir
Viorne	Chrysomèle de la viorne	Œufs sur le dessous des rameaux (rangées de petites bosses brunes); élaguer

« DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABLEAU 2-6. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin d'avril à la mi-mai (55–100 DJCa, Tbase 10 °C)

Plantes indicatrices

Débourrement	Bouton à fleurs	Début de floraison	Pleine floraison
<i>Acer saccharinum</i> <i>Ulmus pumila</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Gleditsia triacanthos</i> <i>Spiraea x vanhouttei</i> <i>Syringa vulgaris</i>	<i>Amelanchier laevis</i> <i>Cercis canadensis</i> <i>Cornus florida</i> <i>Viburnum carlesii</i>	<i>Acer platanoides</i> <i>Acer saccharum</i> <i>Magnolia x soulangiana</i> <i>Prunus x cistena</i>

TABLEAU 2-6. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin d'avril à la mi-mai (55–100 DJCa, Tbase 10 °C) (suite)**Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement**

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres et arbustes à feuilles caduques	Arpenteuse d'automne	Larves (vulnérables aux insecticides tels que le Bt)
	Pucerons <i>Adelges</i> sp., acariens, cochenilles	Inspecter les plants qui étaient infestés l'année précédente
	Spongieuse	Masses d'œufs commençant à éclore
Aubépine	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
Buis	Psylle du buis	Nymphes nouvellement écloses (V) se nourrissant de nouvelles feuilles
Bouleau	Petite mineuse du bouleau	Larves (petites encoches visibles dans les feuilles)
Caryer	Spongieuse	Œufs en train d'éclore à la première floraison de <i>Cercis canadensis</i>
Cerisier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
	Perceur du pêcher	Rechercher de la sciure au niveau du sol pour déceler la présence de larves actives ayant hiverné juste sous l'écorce lâche
Chêne	Spongieuse	Œufs en train d'éclore à la première floraison de <i>Cercis canadensis</i>
Cornouiller	Sésie du cornouiller	Larves; rechercher des trous et de la sciure fraîche sur le tronc et les grosses branches; détruire les larves
Épinette	Puceron de l'épinette de Sitka et puceron à galle conique de l'épinette	Nymphes sur le dessous des bourgeons (V)
	Spongieuse	Œufs en train d'éclore à la première floraison de <i>Cercis canadensis</i>
	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore; secouer la branche au-dessus d'une feuille de papier blanc; rechercher des tétranyques de couleur rougeâtre à brun ou noire (V)
Érable	Acariens et cynips gallicoles	Adultes, œufs sur nouvelles feuilles
Espèces à feuillage persistant	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore (V)
	Tordeuse des bourgeons de l'épinette	Larves (V)
	Vers blancs	Vers en forme de C dans le sol et autour des racines endommagées
Févier d'Amérique	Cécidomyie du févier	Larves nouvellement écloses (V) qui commencent à se nourrir des nouvelles feuilles qui sortent
Frêne	Punaise du frêne	Protéger le feuillage à l'aide d'insecticides au moment du débourrement des boutons de frêne pour combattre les nymphes nouvellement écloses qui sont vulnérables

Fusain	Tisseuse du fusain	Larves; rechercher des larves jaunes et des toiles sur les pousses (V)
Genévrier	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
Hêtre	Spongieuse	Œufs en train d'éclore à la première floraison de <i>Cercis canadensis</i>
If	Lécane de Fletcher	Nymphes (V)
Lilas	Sésie du lilas	Larves; rechercher des trous et de la sciure fraîche sur le tronc et les grosses branches; détruire les larves
	Vers blancs	Vers en forme de C dans le sol et autour des racines endommagées
Orme	Spongieuse	Œufs en train d'éclore à la première floraison de <i>Cercis canadensis</i>
Pin	Aphrophore (cercope) du pin	Nymphes dans les masses de crachat sur les nouvelles pousses; les enlever à la main
	Charançon du pin blanc	Larves dans les pousses terminales; élaguer
	Diprion du pin sylvestre	Larves; rechercher de petites larves vertes sur les nouvelles pousses (V)
	Puceron de l'écorce du pin	Nymphes nouvellement écloses (V)
	Pyrale des pousses du pin	Larves ayant hiverné (V)
Poirier	Rouille grillagée du poirier, rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
Pommier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
Pommier et pommier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
	Tavelure du pommier	Protéger les feuilles de pommier et de pommier à l'aide de fongicides dès que les bourgeons commencent à ouvrir
Sapin	Puceron des pousses du sapin	Nymphes (V)
	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore (V)
Thuja occidental	Lécane de Fletcher	Nymphes (V)
Tilleul	Spongieuse	Œufs en train d'éclore à la première floraison de <i>Cercis canadensis</i>
Tilleul d'Amérique	Vers blancs	Vers en forme de C dans le sol et autour des racines endommagées
Viorne	Chrysomèle de la viorne	Larves en train d'éclore; inspecter les sites de ponte et le revers des feuilles (V)
	Puceron de la viorne boule-de-neige	Nymphes; inspecter les nouvelles feuilles (V)

^a DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABLEAU 2-7. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du milieu à la fin mai (100–150 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Fin de floraison
<i>Prunus serotina</i> <i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Gleditsia triacanthos</i> <i>Lonicera korolkowii</i> <i>Ribes odoratum</i> <i>Spiraea x vanhouttei</i> <i>Syringa vulgaris</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Amelanchier laevis</i> <i>Cercis canadensis</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Spongieuse	Larves (V) se nourrissant du feuillage
Aubépine	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
Bouleau	Petite mineuse du bouleau	Adultes, puis larves nouvellement écloses; rechercher de petites encoches dans les feuilles (larves) (V)
Buis	Psylle du buis	Nymphes blanches, cireuses (peu vulnérables) sur les nouvelles feuilles
Caryer	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Cerisier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
	Perceur du pêcher	Rechercher de la sciure au niveau du sol pour déceler la présence de larves actives ayant hiverné juste sous l'écorce lâche
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Poursuivre les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent toujours sur les genévriers)
	Spongieuse	Larves (V) se nourrissant du feuillage
Chêne	Spongieuse	Larves (V) se nourrissant du feuillage
Épinette	Spongieuse	Larves (V) qui se nourrissent du feuillage en commençant par les branches inférieures
	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore; secouer la branche au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de tétranyques minuscules et lents (V)
Érable	Acariens et cynips gallicoles	Larves en train d'éclore
Espèces à feuillage persistant	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore (V)

Frêne	Punaise du frêne	Protéger le feuillage à l'aide d'insecticides au moment du débourrement des boutons de frêne pour combattre les nymphes nouvellement écloses qui sont vulnérables
Fusain	Tisseuse du fusain	Larves; rechercher des larves jaunes et des toiles sur les pousses (V)
Genévrier	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
Hêtre	Spongieuse	Larves (V) se nourrissant du feuillage
If	Cochenille de l'if	Petites nymphes blanchâtres (V) dans les fourches formées par les branches et le tronc
Lilas	Fausse-teigne du lilas	Larves; rechercher de nouvelles galeries dans les feuilles (V)
	Spongieuse	Larves (V) se nourrissant du feuillage
Orme	Spongieuse	Larves (V) se nourrissant du feuillage
	Tenthrede mineuse de l'orme	Adultes faisant leur apparition (V)
Pin	Aphrophore (cercope) du pin	Nymphes dans les masses de crachat sur les nouvelles pousses; les enlever à la main
	Charançon du pin blanc	Larves dans les pousses terminales; élaguer
	Cochenille des aiguilles du pin	Insectes rampants rougeâtres en train d'éclore
	Diprion du pin sylvestre	Larves; rechercher de petites larves vertes sur les nouvelles pousses (V)
Poirier	Rouille grillagée du poirier, rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
Pommier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs d'hiver sur rameaux
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
Pommier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Commencer les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent sur les genévriers)
	Spongieuse	Larves (V) se nourrissant du feuillage
Sapin	Puceron des pousses du sapin	Nymphes (V)
Thuya occidental	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Tilleul	Spongieuse	Larves (V) se nourrissant du feuillage
Viorne	Chrysomèle de la viorne	Larves en train d'éclore; inspecter les sites de ponte et le revers des feuilles (V)
	Puceron de la viorne boule-de-neige	Nymphes sur les nouvelles feuilles (V) (ne succombent aux pesticides que dans les 10 jours suivant l'éclosion des œufs)

« DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABLEAU 2-8. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin mai au début juin (150–200 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Chandelle (15–20 cm)	Fin de floraison	Grains à maturité	Chute des graines
<i>Cornus alternifolia</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Viburnum opulus</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Lonicera korolkowii</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Spirea x vanhouttei</i> <i>Syringa vulgaris</i>	<i>Pinus mugo</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Gleditsia triacanthos</i> <i>Lonicera korolkowii</i> <i>Ribes odoratum</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Ulmus pumila</i>	<i>Acer saccharinum</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Arpenteuse d'automne	Larves (V)
	Cochenille virgule du pommier	Stade rampant (V)
	Spongieuse	Larves (V)
Aubépine	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Poursuivre les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent toujours sur les genévriers)
Bouleau	Agrile du bouleau	Adultes en train de pondre des œufs (V)
	Petite mineuse du bouleau	Larves (V); rechercher de petites encoches dans les feuilles
Buis	Psylle du buis	Nymphes blanches, cireuses
Cerisier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Épinette	Puceron à galle conique de l'épinette	Œufs en train d'éclore
	Tenthrede à tête jaune de l'épinette	Œufs, jeunes larves (V)
	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore; secouer la branche au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de tétranyques minuscules et lents (V)
Érable	Acariens et cynips gallicoles	Larves dans les galles des feuilles
Espèces à feuillage persistant	Tétranyque de l'épinette	Nymphes et adultes (V)
Févier d'Amérique	Punaise du févier	Nymphes et adultes; rechercher des punaises minuscules et vertes; les adultes sont ailés (V)
Frêne	Cochenille virgule du pommier	Stade rampant (V)

Fusain	Tisseuse du fusain	Larves; rechercher des larves jaunes et des toiles sur les pousses (V)
Genévrier	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Poursuivre les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent toujours sur les genévriers)
Houx commun	Mineuse du houx	Adultes (petites mouches grises) (V); utiliser des pièges encollés pour les capturer
If	Cochenille de l'if	Petites nymphes blanchâtres (V) dans les fourches formées par les branches et le tronc
Lilas	Fausse-teigne du lilas	Larves; rechercher de nouvelles galeries dans les feuilles (V)
	Sésie du lilas	Vol d'adultes, au moment où les lilas commencent à fleurir; activités d'accouplement et de ponte; traiter le tronc et les grosses branches à l'aide d'un pesticide homologué
Pin	Aphrophore (cercope) du pin	Nymphes dans les masses de crachat sur les nouvelles pousses; les enlever à la main
	Charançon du pin blanc	Larves dans les pousses terminales; élaguer
	Cochenille des aiguilles du pin	Insectes rampants rougeâtres (V)
	Diprion du pin sylvestre	Larves; rechercher de petites larves vertes sur les nouvelles pousses (V), au moment où <i>Aesculus carnea</i> commence à fleurir
Poirier	Rouille grillagée du poirier, rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Poursuivre les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent toujours sur les genévriers)
Pommier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Poursuivre les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent toujours sur les genévriers)
Pommier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
	Rouille du genévrier, rouille du cognassier, rouille de l'aubépine	Poursuivre les traitements fongicides pour protéger les hôtes faisant partie de la famille des rosacées (lorsque les galles sporulent toujours sur les genévriers)
Saule	Chrysomèle versicolore du saule	Adultes faisant leur apparition
Thuya occidental	Mineuse du thuya	Adultes (petits papillons gris-blanc); bouger les feuilles pour les repérer (V)
Viorne	Chrysomèle de la viorne	Larves se nourrissant sur le revers des feuilles

“ DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABEAU 2-9. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du début au milieu de juin (200–250 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Chandelle (15–20 cm)	Fin de floraison	Graines à maturité	Chute des graines
<i>Spiraea nipponica</i> <i>Viburnum dentatum</i> <i>Weigela florida</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Cornus alternifolia</i> <i>Lonicera korolkowii</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Spirea x vanhouttei</i> <i>Syringa vulgaris</i> <i>Viburnum opulus</i>	<i>Pinus mugo</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Gleditsia triacanthos</i> <i>Lonicera korolkowii</i> <i>Ribes odoratum</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Ulmus pumila</i>	<i>Acer saccharinum</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Cochenille virgule du pommier	Individus du stade rampant qui commencent à éclore (V)
	Spongieuse	Larves (V)
Aubépine	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Bouleau	Agrile du bouleau	Adultes; finir de traiter l'écorce avant la ponte des œufs
	Petite mineuse du bouleau	Larves; rechercher de petites encoches dans les feuilles de la deuxième poussée de croissance (vulnérables aux insecticides systémiques)
Buis	Psylle du buis	Nymphes blanches, cireuses sur les nouvelles feuilles
Cerisier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Épinette	Tenthrede à tête jaune de l'épinette	Jeunes larves (V)
	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore; secouer la branche au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de tétranyques minuscules et lents (V)
Érable	Acariens et cynips gallicoles	Larves dans les galles des feuilles
Espèces à feuillage persistant	Tétranyque de l'épinette	Nymphes et adultes (V)
Février d'Amérique	Punaise du février	Adultes; rechercher de minuscules punaises vertes ailées (V)

Frêne	Agrile du frêne	Apparition d'adultes qui sont actifs autour du feuillage exposé aux rayons du soleil
	Cochenille virgule du pommier	Individus du stade rampant (V) qui commencent à éclore
Fusain	Cochenille du fusain	Stade rampant (V)
Houx commun	Mineuse du houx	Adultes (petites mouches grises) (V); utiliser des pièges encollés pour les capturer
If	Charançon noir de la vigne	Apparition précoce des adultes ayant hiverné (V)
	Cochenille de l'if	Petites nymphes blanchâtres (V) dans les fourches formées par les branches et le tronc
Lilas	Fausse-teigne du lilas	Larves; rechercher de nouvelles galeries dans les feuilles (V)
	Sésie du lilas	Vol d'adultes, activités d'accouplement et de ponte; traiter le tronc et les grosses branches à l'aide d'un pesticide homologué (V)
Mélèze	Porte-case du mélèze	Adultes; rechercher de petits papillons aux ailes sombres qui réagissent au moindre dérangement
Orme	Galéruque de l'orme	Larves; rechercher des trous laissés par les larves et des feuilles décharnées (V)
Pin	Charançon du pin blanc	Larves dans les pousses terminales; élaguer
	Cochenille des aiguilles du pin	Minuscules insectes rampants rouges (V)
Pometier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Pommier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Rosiers et autres espèces ornementales	Tétranyque à deux points	Petits tétranyques sur le revers des feuilles; rechercher des taches jaunes laissées par leur alimentation (V)
Sorbier d'Amérique	Tenthrede du sorbier	Groupes de larves jaune-vert (V)
Thuya occidental	Charançon de la racine du fraisier	Adultes se nourrissant de nouvelles pousses en les ceignant à leur base
	Mineuse du thuya	Adultes (petits papillons gris-blanc); bouger les feuilles pour les repérer (V)
Viorne	Chrysomèle de la viorne	Larves se nourrissant sur le revers des feuilles

" DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABEAU 2-10. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants à la mi-juin (250–300 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Fin de floraison	Graines à maturité	Chute des graines
<i>Kolkwitzia amabilis</i> <i>Philadelphus</i>	<i>Cornus alternifolia</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Spiraea nipponica</i> <i>Viburnum dentatum</i> <i>Viburnum opulus</i> <i>Weigela florida</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Lonicera korolkowii</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Spirea x vanhouttei</i> <i>Syringa vulgaris</i>	<i>Ulmus pumila</i>	<i>Acer saccharinum</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Cochenille virgule du pommier	Individus du stade rampant (V) très actifs
	Spongieuse	Larves (V)
Aubépine	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Bouleau	Agrile du bouleau	Finir de traiter l'écorce avant la ponte des œufs
	Petite mineuse du bouleau	Larves; rechercher de petites encoches dans les feuilles de la deuxième poussée de croissance (V)
Buis	Psylle du buis	Nymphes blanches, cireuses sur les nouvelles feuilles
Cerisier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
	Perceur du pêcher	Larves nouvellement écloses (V) se fixant à l'écorce; appliquer des insecticides
Épinette	Tenthrede à tête jaune de l'épinette	Larves (V)
	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore; secouer la branche au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de tétranyques minuscules et lents (V)
Espèces à feuillage persistant	Tétranyque de l'épinette	Nymphes et adultes (V)
Frêne	Agrile du frêne	Apparition d'adultes qui sont actifs autour du feuillage exposé aux rayons du soleil
	Cochenille virgule du pommier	Individus du stade rampant (V) très actifs
Fusain	Cochenille du fusain	Minuscules insectes rampants orange sur les rameaux et le revers des feuilles (V)
Houx commun	Mineuse du houx	Adultes (petites mouches grises) (V); utiliser des pièges encollés pour les capturer

If	Charançon noir de la vigne	Apparition précoce des adultes ayant hiverné (V)
	Cochenille de l'if	Petites nymphes blanchâtres (V) dans les fourches formées par les branches et le tronc
Lilas	Sésie du lilas	Vol d'adultes, activités d'accouplement et de ponte; traiter le tronc et les grosses branches à l'aide d'un pesticide homologué (V)
Mélèze	Porte-case du mélèze	Adultes; rechercher de petits papillons aux ailes sombres qui réagissent au moindre dérangement
Orme	Galéruque de l'orme	Larves; rechercher des trous laissés par les larves et des feuilles décharnées (V)
Pin	Cochenille des aiguilles du pin	Minuscules insectes rampants rouges (V)
Pommier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Pommier	Livrée d'Amérique	Larves (V); enlever les tentes
Rosiers et autres espèces ornementales	Tétranyque à deux points	Petits tétranyques sur le revers des feuilles; rechercher des taches jaunes laissées par leur alimentation (V)
Sorbier d'Amérique	Tenthrede du sorbier	Groupes de larves jaune-vert (V)
Thuja occidental	Charançon de la racine du fraisier	Adultes se nourrissant de nouvelles pousses en les ceignant à leur base
	Mineuse du thuya	Adultes (petits papillons gris-blanc); bouger les feuilles pour les repérer (V)
Viorne	Chrysomèle de la viorne	Larves se nourrissant sur le revers des feuilles

^a DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABLEAU 2-11. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la mi-juin à la fin juin (300–400 DJCa, Tbase 10 °C)

Plantes indicatrices

Début de floraison	Pleine floraison	Fin de floraison
<i>Catalpa speciosa</i> <i>Syringa reticulata</i> <i>Syringa villosa</i>	<i>Catalpa speciosa</i> <i>Kolkwitzia amabilis</i> <i>Philadelphus</i> <i>Syringa reticulata</i> <i>Viburnum dentatum</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Cornus alternifolia</i> <i>Kolkwitzia amabilis</i> <i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Spiraea nipponica</i> <i>Viburnum opulus</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Cochenille virgule du pommier	Stade rampant (V)
Bouleau	Agrile du bouleau	Larves en train d'éclore et de se creuser des galeries dans l'écorce

TABLEAU 2-11. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la mi-juin à la fin juin (300–400 DJCa, Tbase 10 °C) (suite)**Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement**

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Cerisier	Perceur du pêcher	Jeunes larves pouvant encore être vulnérables aux applications d'insecticides sur l'écorce
Épinette	Chenille burcicole	Larves nouvellement écloses à l'intérieur de cases sur les aiguilles (V)
	Tétranyque de l'épinette	Nymphes en train d'éclore; secouer la branche au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de tétranyques minuscules et lents (V)
	Vers blancs	Pupes de scarabée japonais et œufs de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Érable	Cicadelle de la pomme de terre	Se servir des espèces appartenant aux genres <i>Caragena</i> et <i>Acer</i> comme plantes indicatrices; traiter avec des insecticides dès les premiers signes de la présence des cicadelles (V)
Espèces à feuillage persistant	Tétranyque de l'épinette	Nymphes et adultes (V)
Frêne	Cochenille virgule du pommier	Stade rampant (V)
Fusain	Cochenille du fusain	Minuscules insectes rampants orange sur les rameaux et le revers des feuilles (V)
Genévrier	Chenille burcicole	Larves nouvellement écloses à l'intérieur de cases sur les aiguilles (V)
	Cochenille du genévrier	Nymphes minuscules et jaunes (V)
If	Charançon noir de la vigne	Apparition précoce des adultes ayant hiverné (V)
Lilas du Japon	Vers blancs	Scarabées japonais au stade de pupes ou adulte (V) et œufs de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Mélèze	Porte-case du mélèze	Adultes; rechercher de petits papillons aux ailes sombres qui réagissent au moindre dérangement
Orme	Galéruque de l'orme	Larves; rechercher des trous laissés par les larves et des feuilles décharnées (V)
Rosiers et autres espèces ornementales	Tétranyque à deux points	Petits tétranyques sur le revers des feuilles; rechercher des taches jaunes laissées par leur alimentation (V)
Sapin	Vers blancs	Pupes de scarabée japonais et œufs de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Sorbier d'Amérique	Tenthrede du sorbier	Groupes de larves jaune-vert (V)
Thuya occidental	Charançon de la racine du fraisier	Adultes se nourrissant de nouvelles pousses en les ceignant à leur base
	Chenille burcicole	Larves nouvellement écloses à l'intérieur de cases sur les aiguilles (V)
	Mineuse du thuya	Adultes (petits papillons gris-blanc); bouger les feuilles pour les repérer (V)
Viorne	Sésie du collet de la viorne	Larves nouvellement écloses qui sont vulnérables aux applications d'insecticides sur l'écorce

« DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABLEAU 2-12. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin juin au début juillet (400–500 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Fin de floraison	Fructification
<i>Cirsium arvense</i> <i>Hydrangea arborescens</i> <i>Grandiflora</i> <i>Sambucus canadensis</i>	<i>Catalpa speciosa</i>	<i>Philadelphus</i> <i>Syringa reticulata</i> <i>Weigela florida</i>	<i>Amelanchier laevis</i> <i>Lonicera tartarica</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Puceron vert du pêcher	Rechercher du miellat, de la fumagine et de minuscules pucerons verts (V)
Cerisier	Perceur du pêcher	Adultes
Épinette	Vers blancs	Œufs de scarabée japonais, de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Érable	Cicadelle de la pomme de terre	Se servir des espèces appartenant aux genres <i>Caragena</i> et <i>Acer</i> comme plantes indicatrices; traiter avec des insecticides dès les premiers signes de la présence des cicadelles (V)
	Cochenille floconneuse de l'érable	Individus du stade rampant en train d'éclore (V)
Févier d'Amérique	Tétranyque du févier	Secouer les feuilles au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de minuscules tétranyques rouge-brun (V)
Fusain	Cochenille du fusain	Début d'éclosion de la 2 ^e génération d'œufs qui passent au stade rampant (V)
Genévrier	Cochenille du genévrier	Nymphes minuscules et jaunes (V)
If	Charançon noir de la vigne	Apparition précoce des adultes de la nouvelle génération (V)
Lilas du Japon	Vers blancs	Scarabées japonais au stade de pupe ou adulte et œufs de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Pin	Diprion de LeConte	Petites larves jaunes sur les vieilles aiguilles (V)
	Vers blancs	Œufs de scarabée japonais, de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Poirier	Cochenille de San José	Cochenilles rampantes nouvellement écloses (V); répéter les traitements après 7 à 10 jours
Pommier	Cochenille de San José	Cochenilles rampantes nouvellement écloses (V); répéter les traitements après 7 à 10 jours
Rosiers et autres espèces ornementales	Tétranyque à deux points	Petits tétranyques sur le revers des feuilles; rechercher des taches jaunes laissées par leur alimentation (V)
Sapin	Vers blancs	Scarabées japonais au stade de pupe ou adulte et œufs de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol

TABLEAU 2-12. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin juin au début juillet (400–500 DJCa, Tbase 10 °C) (suite)**Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement**

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Saule	Cochenille de San José	Cochenilles rampantes nouvellement écloses (V); répéter les traitements après 7 à 10 jours
Sorbier d'Amérique	Tenthrede du sorbier	Groupes de larves jaune-vert (V)
Thuya occidental	Charançon de la racine du fraisier	Adultes se nourrissant de nouvelles pousses en les ceignant à leur base

^a DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABLEAU 2-13. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du début au milieu de juillet (500–700 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Fin de floraison	Fructification
<i>Cichorium intybus</i> <i>Daucus carota</i>	<i>Cirsium arvense</i> <i>Daucus carota</i> <i>Hydrangea arborescens</i> <i>Grandiflora</i> <i>Sambucus canadensis</i> <i>Yucca filamentosa</i>	<i>Catalpa speciosa</i> <i>Hydrangea arborescens</i> <i>Grandiflora</i> <i>Yucca filamentosa</i>	<i>Lonicera tartarica</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Puceron vert du pêcher	Rechercher du miellat, de la fumagine et de minuscules pucerons verts (V)
Chêne pédonculé	Lécane de la vigne	Stade rampant (V); des applications répétées seront nécessaires
Épinette	Cochenille des bourgeons de l'épinette	Stade rampant (V)
	Vers blancs	Œufs de scarabée japonais, de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Érable	Cicadelle de la pomme de terre	Se servir des espèces appartenant aux genres <i>Caragena</i> et <i>Acer</i> comme plantes indicatrices; traiter avec des insecticides dès les premiers signes de la présence des cicadelles (V)
	Cochenille floconneuse de l'érable	Insectes rampants sur les feuilles et les rameaux (V)
Février d'Amérique	Tétranyque du févier	Secouer les feuilles au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de minuscules tétranyques rouge-brun (V)

Frêne	Lécane de la vigne	Stade rampant (V); des applications répétées seront nécessaires
Fusain	Cochenille du fusain	Ponte et éclosion des œufs (2e génération) (V)
Genévrier	Cochenille du genévrier	Nymphes minuscules et jaunes (V)
If	Charançon noir de la vigne	Apparition précoce des adultes de la nouvelle génération (V)
	Lécane de Fletcher	Stade rampant (V)
Lilas du Japon	Vers blancs	Scarabées japonais adultes (V) et œufs de scarabée japonais, de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Orme	Cochenille de l'orme	Stade rampant (V)
	Scarabée japonais	Apparition de scarabées adultes qui sont actifs sur le feuillage (V)
Pin	Diprion de LeConte	Petites larves jaunes sur les vieilles aiguilles (V)
	Vers blancs	Œufs de scarabée japonais, de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Rosiers et autres espèces ornementales	Scarabée japonais	Apparition de scarabées adultes qui sont actifs sur le feuillage (V)
	Tétranyque à deux points	Apparition de tétranyques adultes (V); petits tétranyques sur le revers des feuilles; rechercher des taches jaunes laissées par leur alimentation
Sapin	Vers blancs	Œufs de scarabée japonais, de hanneton européen et de hanneton commun (V) dans le sol
Sorbier d'Amérique	Tenthrede du sorbier	Groupes de larves jaune-vert (V)
Thuya occidental	Charançon de la racine du fraisier	Adultes se nourrissant de nouvelles pousses en les ceignant à leur base
	Lécane de Fletcher	Stade rampant (V); des applications répétées seront nécessaires
Vignes	Scarabée japonais	Apparition de scarabées adultes qui sont actifs sur le feuillage (V)

« DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABEAU 2-14. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du milieu à la fin de juillet (700–900 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Fin de floraison	Fructification	Fruit jaune	Graines à maturité	Fleurs qui passent du blanc au vert
<i>Cichorium intybus</i> <i>Daucus carota</i> <i>Hibiscus syriacus</i>	<i>Daucus carota</i>	<i>Daucus carota</i>	<i>Viburnum lantana</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Hydrangea arborescens</i> <i>Grandiflora</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Puceron vert du pêcher	Rechercher du miellat, de la fumagine et de minuscules pucerons verts (V)
Févier d'Amérique	Tétranyque du févier	Secouer les feuilles au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de minuscules tétranyques rouge-brun (V)
Frêne	Chenille à tente estivale	Larves jaunes, duveteuses dans des toiles à l'extrémité des branches; les enlever à la main
Fusain	Cochenille du fusain	Stade rampant, 2 ^e génération (V)
If	Charançon noir de la vigne	Apparition précoce des adultes de la nouvelle génération (V)
Pin	Cochenille des aiguilles du pin	Stade rampant, 2 ^e génération (V)
	Diprion de LeConte	Petites larves jaunes sur les vieilles aiguilles (V)
Rosiers et autres espèces ornementales	Cicadelles	Se servir des espèces appartenant aux genres <i>Caragena</i> et <i>Acer</i> comme plantes indicatrices; traiter avec des insecticides dès les premiers signes de la présence des cicadelles (V)
	Scarabée japonais	Adultes décharnant les feuilles (V)
	Tétranyque à deux points	Petits tétranyques sur le revers des feuilles (taches jaunes laissées par leur alimentation) (V)
Thuya occidental	Charançon de la racine du fraisier	Adultes se nourrissant de nouvelles pousses en les ceignant à leur base
Vignes	Scarabée japonais	Adultes décharnant les feuilles (V)

^a DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABEAU 2-15. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants du début à la fin d'août (900–1 100 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Fin de floraison	Fructification	Fruit orange
<i>Solidago canadensis</i>	<i>Hibiscus syriacus</i> <i>Hydrangea paniculata</i> <i>Grandiflora</i> <i>Solidago canadensis</i>	<i>Hydrangea paniculata</i> <i>Grandiflora</i>	<i>Viburnum lantana</i> <i>Viburnum opulus</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Puceron vert du pêcher	Rechercher du miellat, de la fumagine et de minuscules pucerons verts (V)
Bouleau	Chenille à tente estivale	Larves jaunes, duveteuses dans des toiles à l'extrémité des branches; les enlever à la main ou appliquer du Bt lorsque les larves sont petites
Cerisier	Chenille à tente estivale	Larves jaunes, duveteuses dans des toiles à l'extrémité des branches; les enlever à la main ou appliquer du Bt lorsque les larves sont petites
	Perceur du pêcher	Larves sous l'écorce
Févier d'Amérique	Tétranyque du févier	Secouer les feuilles au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de minuscules tétranyques rouge-brun (V)
Frêne	Chenille à tente estivale	Larves jaunes, duveteuses dans des toiles à l'extrémité des branches; les enlever à la main ou appliquer du Bt lorsque les larves sont petites
Fusain	Cochenille du fusain	Stade rampant, 2 ^e génération (V)
If	Charançon noir de la vigne	Apparition précoce des adultes de la nouvelle génération (V)
Magnolia	Cochenille du magnolia	Tout début de l'éclosion des œufs
Noyer	Chenille à tente estivale	Larves jaunes, duveteuses dans des toiles à l'extrémité des branches; les enlever à la main ou appliquer du Bt lorsque les larves sont petites
Rosiers et autres espèces ornementales	Scarabée japonais	Adultes décharnant les feuilles (V)
	Tétranyque à deux points	Petits tétranyques sur le revers des feuilles; rechercher des taches jaunes laissées par leur alimentation (V)
Thuya occidental	Charançon de la racine du fraisier	Adultes se nourrissant de nouvelles pousses en les ceignant à leur base
Vignes	Scarabée japonais	Adultes décharnant les feuilles (V)

« DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABEAU 2-16. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la fin août à la mi-septembre (1 100–1 300 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Fleurs passant du blanc au rose	Fin de floraison	Fruit orange
—	—	<i>Hydrangea paniculata</i> <i>Grandiflora</i>	<i>Solidago canadensis</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>

— Il n'y a aucune espèce de plantes indicatrices pour ces stades de croissance.

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Arbres à feuilles caduques	Puceron vert du pêcher	Rechercher du miellat, de la fumagine et de minuscules pucerons verts (V)
Févier d'Amérique	Tétranyque du févier	Secouer les feuilles au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de minuscules tétranyques rouge-brun (V)
Frêne	Chenille à tente estivale	Larves jaunes, duveteuses dans des toiles à l'extrémité des branches; les enlever à la main
Fusain	Cochenille du fusain	Stade rampant, 2 ^e génération (V)
Magnolia	Cochenille du magnolia	Stade rampant (V)
Rosiers et autres espèces ornementales	Scarabée japonais	Adultes décharnant les feuilles (V)
	Tétranyque à deux points	Petits tétranyques sur le revers des feuilles; rechercher des taches jaunes laissées par leur alimentation (V)
Vignes	Scarabée japonais	Adultes décharnant les feuilles (V)

^a DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

TABLEAU 2-17. Surveillance des maladies et des insectes ravageurs courants de la mi-septembre à la fin octobre (1 300–1 700 DJCa, Tbase 10 °C)**Plantes indicatrices**

Début de floraison	Pleine floraison	Fin de floraison	Fructification	Graines à maturité	Feuillage aux couleurs automnales
<i>Hamamelis virginiana</i> <i>Solidago</i> sp.	<i>Hamamelis virginiana</i> <i>Solidago</i> sp.	<i>Solidago canadensis</i>	<i>Viburnum dentatum</i>	<i>Daucus carota</i>	<i>Acer saccharum</i>

Plantes hôtes de pépinière ou d'ornement

Végétal	Ravageur	Stade de croissance La lettre (V) indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides.
Aubépine	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs brillantes disposées en bandes sur les ramilles; élaguer
Cerisier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs brillantes disposées en bandes sur les ramilles; élaguer
	Perceur du pêcher	Larves; examiner les chancres et éliminer les plants infestés
Épinette	Puceron de l'épinette de Sitka et puceron à galle conique de l'épinette	Minuscules nymphes grises, duveteuses à proximité des bourgeons (succombent au traitement quand <i>Acer saccharum</i> revêt ses couleurs automnales)
	Tétranyque de l'épinette	Secouer les branches au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de tétranyques minuscules et lents (V)
Espèces à feuillage persistant	Tétranyque de l'épinette	Secouer les branches au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de tétranyques minuscules et lents (V)
Espèces ligneuses ornementales	Insectes et acariens hivernants	Cochenilles, acariens et pucerons <i>Adelges</i> sp. hivernants; identifier les plants qu'il faudra traiter à l'huile de dormance
Févier d'Amérique	Tétranyque du févier	Secouer les feuilles au-dessus d'une feuille de papier blanc à la recherche de minuscules tétranyques rouge-brun (V)
Frêne	Chenille à tente estivale	Larves jaunes, duveteuses dans des toiles à l'extrémité des branches; les enlever à la main
Pin	Pyrale des pousses du pin	Larves (V)
Pommier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs brillantes disposées en bandes sur les ramilles; élaguer
Pommier	Livrée d'Amérique	Masses d'œufs brillantes disposées en bandes sur les ramilles; élaguer

^a DJC = Degrés-jours de croissance. Pour plus d'information, voir la page 33. La présence d'un « V » dans la colonne « Stade de croissance » indique que le ravageur est vulnérable aux pesticides, ce qui peut comprendre les huiles horticoles.

Maladies des arbres et des arbustes

On a regroupé les maladies en six groupes principaux, selon les dommages qu'elles causent aux plantes ligneuses, soit : maladies du feuillage, pourritures du collet et des racines, chancres, flétrissures vasculaires, viroses et affections d'origine abiotique.

Les maladies des végétaux peuvent être causées par une multitude de facteurs, notamment les bactéries, les champignons, les moisissures, les virus et l'environnement. Les maladies courantes des plantes de pépinière et d'ornement sont décrites ci-dessous. Voir également la rubrique « Compendium des ravageurs et des maladies ainsi que des pratiques de gestion recommandées » dans la publication 840F du MAAO intitulée *Guide de protection des cultures de pépinière et d'ornement*.

Maladies du feuillage

La plupart des maladies des plantes se manifestent d'abord sur le feuillage. Toutefois, les dégâts constatés dans le feuillage ne signifient pas nécessairement que les feuilles sont « malades ». En effet, il n'est pas rare que les feuilles se fanent, virent au jaune ou au brun, se couvrent de taches, se déforment ou tombent à cause de maladies qui n'ont rien à voir avec le feuillage. Ce changement d'état du feuillage est souvent imputable, par exemple, à des flétrissures vasculaires, à la pourriture des racines ou à des chancres situés ailleurs sur la plante. Divers facteurs non infectieux — tels que la sécheresse, les sols détrempés (arrosage excessif) ou la pollution de l'air — peuvent également faire apparaître des symptômes semblables à ceux de la maladie sur le feuillage. Il arrive souvent qu'un problème touchant les racines ne soit pas détecté avant l'apparition des premiers symptômes sur les feuilles. Avant de poser un diagnostic, il convient donc de vérifier si les racines sont blanches et fermes, et non pas brunes et spongieuses.

La plupart des maladies du feuillage sont attribuables à une trop forte humidité ou à la présence prolongée d'eau sur les feuilles. Le programme d'irrigation doit donc faire en sorte que les cultures sensibles aux maladies foliaires ne soient arrosées qu'entre le début et le milieu de la matinée et jamais en fin de journée

ou la nuit. On s'assure ainsi que le feuillage reste humide le moins longtemps possible et on réduit au minimum les risques de maladies du feuillage.

Le mildiou, la maladie du blanc, les taches foliaires, l'anthracnose et le rouge (chute des aiguilles) sont des maladies courantes qui touchent directement le feuillage. Les rouilles à l'origine de taches dans les feuillus sont aussi décrites sous la rubrique « Chancres » à la page 70 (en raison des symptômes qui se manifestent sur les hôtes intermédiaires).

Moisissure grise (*Botrytis*)

Cette maladie, causée par le champignon *Botrytis cinerea*, s'attaque aux tissus succulents des bulbes, des tiges, des feuilles et des fleurs des plantes. Elle affecte souvent les fleurs et les feuilles ouvertes ou sénescents, les pousses succulentes et les tissus endommagés. Les symptômes varient d'une plante à l'autre. Si l'air est très humide, le champignon provoquera l'apparition d'un feutre duveteux gris sur les parties infectées.

Un taux d'humidité relative élevé contribue à l'éclosion de la maladie. On s'efforcera donc de réduire l'humidité en favorisant une bonne circulation de l'air autour des plants. Enlever sans délai les parties de plantes flétries, sénescents ou malades, surtout si l'on prévoit du temps pluvieux. Éviter d'irriguer les cultures par aspersion sur le feuillage en fin de journée et ne jamais laisser de vieilles feuilles ou des fleurs fanées sur les plantes ou sur le sol avoisinant.

Mildiou

Le mildiou apparaît en début de saison. Dans des conditions très humides, ce champignon peut produire un feutre duveteux (sporulation) allant du gris au brun sur le revers des feuilles. Lorsque le taux d'humidité s'abaisse (au milieu de la matinée, par exemple), le feutre peut disparaître. Le dessus des feuilles peut présenter des taches angulaires décolorées tirant sur le violet.

Cette maladie gagnera du terrain si le temps est humide et si la circulation d'air est déficiente. Il convient donc de réduire le taux d'humidité en assurant une bonne circulation d'air autour des plants. Enlever sans tarder les parties décolorées, sénescents ou malades, en particulier lorsqu'on

prévoit de la pluie. Éviter de pratiquer l'irrigation par aspersion en fin de journée et ne jamais laisser de vieilles feuilles ou des fleurs fanées sur les plantes ou sur le sol avoisinant.

Blanc (oïdium)

Plusieurs espèces de champignons sont responsables de la maladie du blanc. Les spores sont produites en masses poudreuses blanches à la surface des feuilles et des tissus jeunes. Les spores se propagent par le vent et peuvent causer des infections secondaires, mais les différentes espèces de champignon ne se propagent pas facilement d'un type de plante à un autre.

L'oïdium devient visible après la mi-saison, quand il fait encore chaud le jour et que les nuits sont fraîches. Il peut s'attaquer à de nombreuses plantes ornementales ligneuses, dont les espèces des genres *Syringa*, *Rosa*, *Ligustrum* et *Amelanchier*, ainsi qu'à plusieurs vivaces herbacées. Comme le champignon reste principalement à la surface des feuilles, on peut le combattre avec des fongicides dès l'apparition des premiers symptômes. Dans certains cas, comme chez les rosiers, des malformations majeures peuvent se produire.

La maladie du blanc donne à certaines plantes ornementales (p. ex. *Physocarpus*) une apparence exceptionnellement épaisse et laineuse. Pour d'autres plantes (p. ex. *Coreopsis*, *Sedum* et *Berberis*), elle se manifeste sous la forme de taches foliaires variables. Étant donné que le mycélium et les spores blancs qui la caractérisent ne sont pas toujours visibles, la maladie du blanc est souvent mal diagnostiquée chez ces plantes.

Pour la freiner, choisir un endroit ensoleillé bénéficiant d'une bonne circulation d'air. Dans la mesure du possible, utiliser des cultivars résistants ou tolérants. L'irrigation par aspersion durant la journée freine la propagation des champignons, mais il faut éviter d'utiliser la même méthode tard dans la journée, car on favorise ainsi le développement des spores durant la nuit.

Taches foliaires et anthracnose

On regroupe sous le terme « anthracnose » un certain nombre d'affections qui entraînent la formation de taches nécrotiques sur les feuilles ou les fruits. Cette maladie est également à l'origine de chancres sur

les rameaux. Les zones infectées s'agrandissent et se fondent pour former de grosses taches nécrotiques à mesure que la maladie prend de l'ampleur. Dans les cas graves, il s'ensuit une défoliation du plant. Les taches foliaires en elles-mêmes portent peu à conséquence. Cependant, une perte de feuillage répétée, saison après saison, peut affaiblir la plante et provoquer sa mort.

Le temps frais, pluvieux et couvert du printemps favorise l'apparition de champignons qui causent des taches foliaires et l'anthracnose. Les plantes hôtes les plus courantes appartiennent aux genres suivants : *Catalpa*, *Populus*, *Juglans*, *Carya*, *Crataegus*, *Acer*, *Quercus*, *Platanus*, *Philadelphus*, *Sorbus* et *Aesculus*. L'anthracnose du platane (*Gnomonia plantani*) peut faire des ravages importants en Ontario; on lui impute la mort de nombreux arbres dans l'Est des États-Unis.

Maladie du rouge

Le pin (*Pinus*), l'épinette (*Picea*) et le sapin (*Abies*) sont sensibles aux champignons responsables des maladies du rouge. L'infection s'installe généralement dès l'apparition de la nouvelle pousse de l'année. De minuscules organes de fructification noirs peuvent ensuite se développer le long des aiguilles infectées, souvent à la place des petits stomates blancs. Les aiguilles infectées au cours de la saison précédente tombent au sol durant l'été et l'automne suivants. Dans les pépinières de l'Ontario, cette maladie peut avoir de sérieuses conséquences chez les plants âgés de un à quatre ans.

Tavelure du pommier

Même si la tavelure est une mycose qui se manifeste sur le fruit, cette maladie peut également provoquer l'apparition de taches violacées sur les feuilles de l'espèce *Malus*.

La tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*) peut entraîner une grave défoliation des pommiers lors de périodes fraîches et pluvieuses entre le milieu et la fin du printemps, c'est-à-dire pendant que les feuilles sortent. De bonnes pratiques culturales permettent de réduire au minimum les risques que la maladie se développe. Planter les arbres dans un endroit ouvert et ensoleillé où la circulation d'air est suffisante. Veiller à maintenir les arbres en bonne santé et

procéder à un émondage périodique pour favoriser la circulation de l'air dans le feuillage. Comme l'agent pathogène hiverne dans les feuilles tombées au sol, il faut ramasser les feuilles à la fin de l'été et les enlever de l'aire de culture (cette mesure peut se révéler inefficace s'il se trouve d'autres arbres infectés à proximité). S'il n'est pas possible d'enlever les feuilles, tâcher de les déchiqueter avec une tondeuse au fur et à mesure qu'elles tombent. Les feuilles ainsi réduites en pièces, la décomposition microbienne s'en trouvera accélérée, ce qui diminuera la production d'organes de fructification du champignon aptes à produire des spores infectieuses le printemps suivant.

Partout où c'est possible, on utilisera des cultivars de pommetiers résistants à la tavelure. Si le temps s'avère particulièrement frais et pluvieux pendant l'apparition des feuilles ou que les symptômes de tavelure se manifestent, appliquer des fongicides homologués. Faire la première pulvérisation lorsque les pointes des feuilles vertes apparaissent. Répéter le traitement à intervalles de 7 à 10 jours jusqu'à ce que les feuilles durcissent.

Tavelure du *pyracantha* (buisson-ardent)

La tavelure du *pyracantha* (*Venturia pyracanthae*) détruit les fruits des cultivars de cette espèce qui sont sensibles à la maladie; pour ces cultivars, le recours à la pulvérisation est donc généralement nécessaire d'une année à l'autre. Les cultivars Orange Glow, Orange Charmer et Mohave sont plus résistants.

Pourritures du collet et des racines

Les champignons de sol *Pythium* et *Phytophthora* sont responsables de différentes pourritures du collet et des racines d'un grand nombre de plantes. La présence de ces champignons est le plus souvent attribuable à un excès d'arrosage ou à des sols mal drainés. Dans une plante infectée, la partie inférieure des feuilles — soit le pétiole et la tige — prend une apparence spongieuse. À la longue, la plante entière pourrit au niveau du sol. Chez les espèces ornementales, des fongicides à action préventive (comme Subdue MAXX) peuvent être incorporés au substrat au moment de l'empotage afin de réduire l'incidence des maladies causées par *Pythium* et *Phytophthora*.

Les champignons *Rhizoctonia* et *Fusarium* provoquent la formation d'un chancre brun sur la tige et les racines des plantes infectées. Pour sa part, le champignon *Thielaviopsis* entraîne une pourriture grave des racines chez les plantes infectées. Les tissus infectés par ce champignon tirent plus sur le noir que le brun, ce qui permet de le distinguer d'autres champignons pathogènes. Si les semis sont atteints, on parlera alors de la fonte des semis. Le champignon *Thielaviopsis* se rencontre plus souvent dans les plantes ornementales florifères que dans les plantes de pépinière.

L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) réglemente l'importation au Canada de plantes de pépinière susceptibles d'héberger l'encre des chênes rouges. On peut consulter, sur le site Web de l'ACIA, la directive D-01-01, Exigences phytosanitaires visant à prévenir l'introduction et la propagation du *Phytophthora ramorum*. La liste des genres de végétaux réglementés à l'égard du *Phytophthora ramorum* est donnée à l'annexe 1 de la directive.

Pour obtenir des renseignements à jour sur la maladie de l'encre des chênes rouges, communiquer avec le bureau local de l'ACIA (voir l'annexe D, Autres ressources, à la page 88) ou consulter le site Web de l'ACIA, au www.inspection.gc.ca. Le site www.suddenoakdeath.org (en anglais seulement) constitue une autre excellente source de renseignements.

L'industrie canadienne des pépinières a son propre programme national de certification phytosanitaire (Clean Plants) qui vise à limiter la propagation de cette maladie et d'autres ennemis des cultures.

Pour en savoir plus, consulter la section « Nursery Programs » au www.canadanursery.com (en anglais seulement).

Chancres

Le terme chancre désigne une maladie qui détruit l'écorce et les tissus cambiaux de zones très précises des

branches et des tiges des plantes ligneuses. Dans les parties infectées, l'écorce peut se décolorer, se fendiller et s'enlever facilement. Une fois mis à nu, le bois et le cambium meurent et leur couleur passe du brun ou brun rougeâtre au noir. Des pustules de fructification de l'agent pathogène sont habituellement visibles sur l'écorce morte. Les chancres peuvent ceindre complètement une tige ou une branche, entraînant la mort de parties de la plante.

Les chancres peuvent être annuels ou pluriannuels. Ils attaquent généralement des plantes présentant une faible rusticité et qui sont rendues vulnérables par des facteurs comme la sécheresse, le dérangement des racines ou la mauvaise qualité du sol. Les chancres sont attribuables à des champignons parasites peu vigoureux appartenant aux genres *Cytospora*, *Nectria*, *Valsa* et *Hypoxylon*. Les plantes saines et vigoureuses résistent habituellement à la maladie grâce au « cloisonnement » (c.-à-d. en circonscrivant le champignon à l'intérieur des tissus calleux). Certains chancres sont d'origine fongique, mais les dommages initiaux causés aux tissus peuvent aussi être attribuables à l'insolation ou au jeu du gel-dégel, ou encore être d'origine mécanique.

Certains chancres (p. ex. rouille vésiculeuse du pin blanc, brûlure du châtaignier et chancre du noyer cendré) peuvent endommager sérieusement une forêt. La monoculture pratiquée en pépinière et en foresterie est par ailleurs susceptible de créer les conditions propices au développement de chancres graves.

Le champignon *Cylindrocladium buxi* est responsable d'une maladie grave qui cause le dépérissement du buis. Il se manifeste par l'apparition de petits chancres noirs discontinus de forme cylindrique le long des tiges et des branches inférieures. Ce champignon tue les précieux tissus cambiaux sous l'écorce et entraîne la brûlure des feuilles. Ce sont toutefois les chancres qui constituent le meilleur indicateur de cette maladie.

L'encre des chênes rouges est une maladie causée par un champignon pathogène (*Phytophthora ramorum*) qui recherche les milieux frais et humides. Il s'agit d'une maladie grave qui a causé la mort de centaines de milliers de chênes en Californie, depuis qu'elle a été repérée dans les années 1990. Elle fait aussi des ravages dans plusieurs pays d'Europe. Les recherches

sur la maladie ont montré que le champignon en cause pouvait infecter des espèces appartenant à plus de 65 genres, dont bon nombre sont des plantes ornementales, et se propager de l'une à l'autre. Les plantes ornementales font l'objet d'un vaste commerce à l'échelle mondiale, et on sait par expérience que les plantes de pépinière sont des véhicules importants de propagation artificielle de la maladie. Pour cette raison, les plantes de pépinière infestées par l'encre des chênes rouges sont soumises à des restrictions dans certaines parties du monde. En Amérique du Nord, elles sont réglementées dans plusieurs comtés de la Californie et dans un comté de l'Oregon. Parmi les nombreuses plantes hôtes, six genres végétaux présentant des risques élevés ont été associés à la propagation de la maladie par le matériel de pépinière : *Camellia*, *Rhododendron*, *Viburnum*, *Pieris*, *Kalmia* et *Syringa*.

La lutte chimique contre les chancres n'est pas toujours efficace. Pour combattre la maladie, couper les branches infectées bien en deçà de la zone atteinte et détruire le matériel infecté. Pour de bons résultats à long terme, recourir à des pratiques culturales qui amélioreront la santé et la vigueur des plantes hôtes.

Rouilles

Les rouilles sont des maladies fongiques. Elles se manifestent par des taches brunes à rougeâtres (rouillées) sur le feuillage, les tiges et les rameaux ou par des structures gélatineuses orange sur les espèces à feuillage persistant. Les parties infectées sont souvent déformées. Certaines rouilles colonisent une seule plante hôte, mais la plupart en exigent deux, qu'elles envahissent à différents stades de leur cycle biologique. Les deux hôtes ne sont pas toujours atteints avec la même gravité, les dommages pouvant être importants chez l'un et sans conséquences ou même inexistants chez l'autre.

Brûlure bactérienne

La brûlure bactérienne est causée par la bactérie *Erwinia amylovora*. Elle attaque de nombreux membres de la famille des rosacées : *Amelanchier*, *Aronia*, *Chaenomeles*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Malus*, *Photinia*, *Prunus*, *Pyracantha*, *Pyrus*, *Sorbus* et *Spiraea*. Les fleurs, les lambourdes, les rameaux et les feuilles virent au brun et se dessèchent. Les

feuilles mortes demeurent sur la branche, mais prennent une apparence flétrie. Par temps chaud et humide, un exsudat de couleur ambre peut surgir aux nouveaux points d'infection. Des écoulements sur des chancres permanents peuvent apparaître sur des branches maîtresses, le tronc ou les racines au fur et à mesure que l'infection se répand. Les infections par la brûlure bactérienne peuvent avoir de graves conséquences si le temps est chaud et pluvieux au moment où les plantes hôtes sont en fleurs et que les feuilles sortent. Le vent, la pluie et les insectes propagent la maladie d'une plante à l'autre. On la combat en enlevant les chancres et en coupant le bois à 30 cm sous la partie infectée lorsque les arbres sont en dormance. Il faut aussi éliminer les sources d'infection à proximité, comme les pommiers ou les poiriers abandonnés. Les outils d'élagage doivent être désinfectés après chaque coupe. Une pulvérisation bactéricide peut s'avérer utile au moment de la floraison. Pour plus d'information, voir la publication 360F du MAAO intitulée *Guide de la culture fruitière*.

Une autre bactérie (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) peut être à l'origine du dépérissement du matériel de pépinière cultivé en contenants. De nombreux arbustes ligneux à feuilles caduques sont sensibles à cette bactérie. C'est notamment le cas du lilas (*Syringa*), du seringa (*Philadelphus*) et du cerisier ornemental (*Prunus*). Les symptômes sont manifestes dès que le matériel est mis à l'air libre au printemps. On peut alors observer des pousses et des bourgeons noircis qui sont déjà morts. Des changements brusques de température, doublés de longues périodes pendant lesquelles les feuilles restent mouillées, semblent être propices à la prolifération de la bactérie dans les cultures de plants en contenants. Certains producteurs réduisent l'incidence de la maladie en installant des réseaux d'irrigation goutte-à-goutte afin de garder le feuillage sec et en retardant l'enlèvement des bâches de plastique sur les espèces sensibles et de grande valeur. Pour réduire la pression exercée par la maladie, appliquer des bactéricides après la chute des feuilles à l'automne et à nouveau au début du renflement des bourgeons et du débourrement au printemps.

D'autres bactéries entraînent l'apparition de taches sur le feuillage. Les espèces *Pseudomonas* et

Xanthomonas infectent les tissus foliaires par temps chaud et humide et apparaissent souvent en juillet, pendant les étés exceptionnellement chauds. Elles font apparaître des taches angulaires sur les feuilles de plusieurs espèces d'arbustes floraux à feuilles caduques, comme *Hydrangea*. Les pourtours des taches foliaires sont habituellement délimités par de petites nervures, créant ainsi un tracé qui ressemble à une vue aérienne de champs et de routes. On peut appliquer des produits bactéricides pour éviter que la maladie ne se propage à d'autres feuillages. Cependant, les pesticides ne permettent pas d'éliminer les infections existantes.

Tumeurs du collet

Cette maladie bactérienne est causée par *Agrobacterium tumefaciens*. Elle provoque la formation de galles à la surface rugueuse et irrégulière qui peuvent faire plusieurs centimètres. La plupart des plantes ligneuses sont sensibles à la galle du collet, dont les rosacées, le fusain, le saule et les arbres à noix. Ces blessures se retrouvent généralement au-dessus du sol, près du collet, mais aussi sur les racines et les parties aériennes des plantes, notamment des saules greffés sur tige. Cette maladie n'est pas un chancre proprement dit, mais ses effets sont similaires puisqu'elle perturbe le système vasculaire de la plante et peut causer des annélations.

La bactérie peut rester en dormance dans le sol, sans hôte, pendant environ deux ans. Elle s'introduit dans son hôte à la faveur de blessures infligées notamment par le travail du sol, l'élagage ou le greffage. On peut atténuer la formation de tumeurs du collet sur les arbres greffés sur tige sensibles (p. ex. *Salix*) en ayant recours à la méthode du tunnel de polyéthylène, qui permet de protéger les arbres contre le vent pouvant transporter des particules de sol et des bactéries se déposant sur les blessures. Appliquer un protocole sanitaire rigoureux qui comprend notamment la stérilisation des outils de greffage après chaque utilisation. Enlever ou remplacer la terre infectée ou laisser la zone en jachère pendant deux ans avant de la cultiver de nouveau. Les pesticides ne sont pas toujours efficaces.

Flétrissures vasculaires

L'envahissement par des bactéries ou des champignons du réseau vasculaire de la plante peut réduire la quantité de sève qui atteint les feuilles, provoquant ainsi leur flétrissement. Lorsque le temps est frais et humide, un bref sursis est donné aux feuilles, mais la flétrissure finit par devenir permanente. La perte du feuillage et des rameaux entraîne à la longue la mort des branches et de toute la plante. Les exemples les plus frappants sont la maladie hollandaise de l'orme (*Ceratocystis ulmi*) et la flétrissure verticillienne (causée par *Verticillium dahliae*).

Pour éviter ces maladies, utiliser des cultivars résistants et faire pousser les cultures sensibles dans des sols exempts d'agents pathogènes. Voir le tableau 2-18, *Plantes ligneuses résistantes à Verticillium*, sur la présente page et le tableau 2-19, *Plantes ligneuses sensibles à Verticillium*, à la présente page. Parfois, on peut sauver des plantes infectées par *Verticillium* en les renforçant par émondage, fertilisation et irrigation. Comme ces organismes pathogènes vivent à l'intérieur des plantes, les applications de fongicides en surface sont inefficaces. Le champignon *Verticillium* est un pathogène terricole qui survit des années dans le sol. Par le passé, des arbres cultivés en plein champ ont été atteints par la flétrissure verticillienne suite à des blessures à répétition du système racinaire à l'occasion de diverses opérations d'élague ou de travail du sol. Avant de planter des arbres vulnérables à *Verticillium* dans un champ, il convient donc de faire analyser le sol pour repérer la présence éventuelle du champignon.

TABLEAU 2-18. Plantes ligneuses résistantes à *Verticillium*

Toutes les monocotylédones (du genre des graminées)	
Tous les conifères	
Les dicotylédones suivantes :	
<i>Betula</i>	bouleau
<i>Carya</i>	caryer

<i>Celtis</i>	micocoulier occidental
<i>Cercidiphyllum</i>	katsura
<i>Chaenomeles</i>	cognassier
<i>Cornus</i>	cornouiller
<i>Crataegus</i>	aubépine
<i>Fagus</i>	hêtre
<i>Gleditsia</i>	févier d'Amérique
<i>Ilex</i>	houx
<i>Juglans</i>	noyer cendré, noyer
<i>Liquidambar</i>	liquidambar à Styrax
<i>Malus</i>	pommier, pommetier
<i>Morus</i>	mûrier
<i>Platanus</i>	platane occidental
<i>Populus</i>	peuplier
<i>Pyracantha</i>	buisson-ardent
<i>Pyrus</i>	poirier
<i>Quercus</i>	chêne
<i>Rhododendron</i>	rhododendron
<i>Salix</i>	saule
<i>Sorbus</i>	sorbier d'Amérique
<i>Tilia</i>	tilleul
<i>Zelkova</i>	zelkova

TABLEAU 2-19. Plantes ligneuses sensibles à *Verticillium*

<i>Acer</i>	érable
<i>Aesculus</i>	marronnier, marronnier d'Inde
<i>Amelanchier</i>	amélanchier
<i>Buxus</i>	buis
<i>Calluna</i>	éricacée
<i>Catalpa</i>	catalpa
<i>Cercis</i>	gainier rouge
<i>Cladrastus</i>	virgilier

<i>Cotinus</i>	fustet commun
<i>Daphne</i>	daphné
<i>Eleagnus</i>	olivier de Bohême
<i>Fraxinus</i>	frêne
<i>Gymnocladus</i>	chicot févier
<i>Hibiscus</i>	hibiscus
<i>Koeleruteria</i>	savonnier
<i>Ligustrum</i>	troène
<i>Liriodendron</i>	tulipier
<i>Lonicera</i>	chèvrefeuille
<i>Magnolia</i>	magnolia
<i>Phellodendron</i>	phellodendre
<i>Prunus</i>	cerisier et autres arbres fruitiers à noyaux
<i>Rhododendron</i>	azalée
<i>Rhus</i>	sumac
<i>Ribes</i>	groseillier
<i>Robinia</i>	robinier
<i>Rosa</i>	rosier
<i>Sambucus</i>	sureau
<i>Spiraea</i>	spirée
<i>Syringa</i>	lilas
<i>Ulmus</i>	orme
<i>Viburnum</i>	viorne
<i>Vitis</i>	vigne
<i>Wiegela</i>	weigela

Viroses

Les viroses se manifestent généralement par des défauts du feuillage — marbrure, déformation ou ondulation — ou par l'avortement des fleurs ou la petite taille de la plante. Il n'existe pas de pesticide efficace contre les virus. Le seul remède consiste à enlever et à détruire les plantes atteintes afin de prévenir la propagation du virus au reste de la parcelle.

La plupart des virus se propagent par des insectes ou du matériel horticole contaminé (sécateurs, couteaux, scies, etc.). On peut freiner la propagation des maladies virales en luttant contre les populations d'insectes suceurs, tels les pucerons, thrips, cicadelles et acariens. Désinfecter tous les outils avant de s'en servir de nouveau. Il est par ailleurs conseillé d'expédier des échantillons des plantes présentant des symptômes de maladie à la Clinique de diagnostic phytosanitaire (voir l'annexe E, *Services de diagnostic*, à la page 90) pour analyse. Dans la mesure du possible, on détruira les plants infectés afin de prévenir la propagation de la maladie à d'autres cultures sensibles.

Jaunisse du frêne

Les plantes atteintes souffrent d'un ralentissement de croissance et d'atrophie, ont de petites feuilles, parfois chlorotiques, et présentent des balais de sorcière (prolifération des pousses) à l'extrémité des branches. Les symptômes peuvent varier selon l'âge du végétal.

Jaunisse de l'orme

Les mycoplasmes responsables de cette maladie sont probablement apportés par les cicadelles. Avant le milieu de l'été, les feuilles des arbres infectés commencent à jaunir, à se tordre et à s'arquer (épinastie). Le plus souvent, les feuilles infectées tombent, et la branche meurt peu de temps après.

Mosaïque du rosier

Les symptômes peuvent varier selon le cultivar, l'environnement et la souche du virus. On note une décoloration des feuilles, une moucheture chlorotique, des taches annulaires, des bigarrures vert pâle ou chlorotiques, l'éclaircissement des nervures ou la formation de stries et de mosaïques blanches ou jaunes.

Affections d'origine abiotique

Ces affections se manifestent principalement sur le feuillage ou le système racinaire, ou les deux. Elles sont généralement liées à des conditions environnementales extrêmes (temps trop chaud, trop sec, trop humide, etc.). Les affections d'origine abiotique sont à l'origine d'une vaste gamme de problèmes dans la mesure où elles prédisposent les plantes à des infections

secondaires. Il peut s'ensuivre un dépérissement graduel de la plante, jusqu'à la mort.

Ces affections sont souvent imputables à des conditions climatiques ou de sol ou aux effets de l'activité humaine sur l'air et le sol. Pour y remédier, on pourra éliminer ou éviter les causes de dommages (p. ex. le sel), utiliser des plantes plus résistantes ou améliorer les méthodes de culture. L'exposition soudaine à un plein ensoleillement, après une période de temps nuageux et pluvieux, peut provoquer le dessèchement du feuillage des arbres des genres *Acer* et *Fagus* à la fin du printemps.

La brûlure des racines par le sel présent dans le sol est un problème abiotique fréquent. Elle est attribuable à la contamination par le sel de déglacage des eaux souterraines ou des eaux de ruissellement. On peut en atténuer les effets en augmentant l'aération du sol et en arrosant abondamment le sol avec de l'eau à faible teneur en sel.

La nature et l'intensité des changements, tout comme l'âge, l'état et le type de plante, sont autant de facteurs qui influent sur la capacité de la plante à s'adapter aux fluctuations du milieu. Le chêne, l'érable, le frêne et l'épinette s'adaptent difficilement à de nouvelles conditions, comme la compaction du sol, la sécheresse, l'excès d'eau (ce qui prive les racines d'une aération suffisante), les changements de niveau du sol ou le bris des racines lors de travaux. Les espèces exotiques — comme l'épinette de Norvège — ont souvent plus de difficulté à s'adapter au climat de l'Ontario que les espèces indigènes.

Processus du dépérissement

Dans une pépinière ou un aménagement paysager, il arrive souvent qu'on assiste au dépérissement ou au dessèchement progressif des feuilles et des petites branches d'une plante. Le phénomène touche tantôt des branches, tantôt la plante en entier. Le dépérissement peut apparaître soudainement ou de façon tellement graduelle qu'on ne s'en aperçoit que plusieurs années après la manifestation des premiers symptômes.

Les cas de dépérissement dans les aménagements paysagers sont souvent attribuables à des problèmes environnementaux ou culturels : haubans et cordes qui étranglent le tronc, mauvaise qualité du sol,

racines abîmées ou découvertes, dénivellation ou saturation en eau du sol, brûlure par le soleil, dégâts causés par le cycle gel-dégel.

Des infestations légères ou modérées de cochenilles, d'insectes foreurs (qui creusent l'écorce ou l'aubier), de charançons (qui s'attaquent aux racines) et de larves de vers blancs peuvent toutes provoquer le dépérissement des végétaux, de même que les infections attribuables aux chancres, à la rouille, à la brûlure bactérienne et aux flétrissures vasculaires.

Chute des aiguilles de conifères en automne

À l'approche de l'automne et de ses journées plus courtes et fraîches, les aiguilles les plus vieilles (verticilles remontant à deux ou trois ans) de nombreuses espèces de conifères — celles qui sont situées près du tronc — commencent à jaunir ou à brunir et, dans certains cas, tombent. Il s'agit là d'un phénomène naturel, mais l'importance du jaunissement et de la chute des aiguilles est souvent liée au stress auquel l'arbre aura été soumis pendant la saison de croissance. Un arbre affaibli par la sécheresse, une transplantation, le mauvais drainage ou le compactage du sol ou encore les ravages des insectes et des maladies perdra d'autant plus d'aiguilles. Les pins perdent toujours leurs aiguilles les plus vieilles, soit celles qui se trouvent le plus près du tronc. Souvent, les pins blancs (*Pinus strobus*) se départissent de leurs aiguilles de deux ans et plus. Les petites branches du thuya occidental (*Thuja occidentalis*) virent souvent au brun à l'intérieur et tombent. L'épinette (*Picea*) et le sapin (*Abies*) ne se limitent pas aux aiguilles les plus vieilles. Même les aiguilles retenues sur du bois d'un à trois ans peuvent tomber.

Dessèchement des aiguilles des conifères

Les rigueurs de l'hiver peuvent provoquer le dessèchement et la chute des aiguilles de conifères au printemps. Bien des facteurs peuvent en être la cause, notamment des vents secs balayant un sol gelé. Les racines ne parviennent alors pas à extraire suffisamment d'eau du sol pour compenser l'effet desséchant du vent d'hiver. Des températures relativement élevées en après-midi, vers la fin de l'hiver, peuvent également contribuer à assécher les aiguilles.

De bonnes conditions de croissance pendant la saison de végétation précédente améliorent les chances de survie de l'arbre en hiver. Les racines situées à fleur de sol sont sensibles à la sécheresse et aux températures élevées. Si ces racines meurent pendant la saison de croissance, il se peut que le reste du système racinaire ne parvienne pas à combler les besoins d'eau de l'arbre durant l'hiver.

Dommages causés par le sel

Les plantes ligneuses souffrent du sel qui leur est apporté par les eaux de ruissellement chargées de sel de déglacage, mais aussi par les brouillards salés soulevés par la circulation automobile et poussés par le vent. Les eaux de ruissellement salées qui s'écoulent des trottoirs et des routes se retrouvent plus tard autour des racines des arbres et provoquent un état de sécheresse physiologique de la plante. Chaque fois que la température ambiante monte au-dessus du point de congélation, le sodium et les ions chlorure (les ingrédients les plus courants du sel de déglacage) présents dans les eaux de ruissellement pénètrent dans les tissus et s'y accumulent. À la longue, les blessures causées par le sel finissent par affaiblir l'arbre et à le rendre vulnérable aux attaques des insectes et aux maladies.

Les dommages occasionnés par les brouillards salés sont encore plus graves que ceux qui sont imputables au ruissellement. Les embruns ainsi créés peuvent en effet être poussés par le vent à plus de 100 mètres de la route. Les dommages apparaissent rapidement lorsque le temps se réchauffe et sont généralement plus importants du côté de l'arbre faisant face à la route. Le sel qui se sera déposé sur les aiguilles et les bourgeons (à l'état de dormance en hiver) sera absorbé plus tard et pourra provoquer la mort de ceux-ci.

Dommages causés aux conifères par le sel

Voici un aperçu des dommages causés aux conifères par le sel :

- Les aiguilles brunissent à partir de la pointe.
- Les aiguilles brunissent et les rameaux dépérissent du côté de l'arbre faisant face à la route, mais très peu ou même pas du tout de l'autre côté.
- On ne trouve aucun signe de brunissement des aiguilles ou de dépérissement des branches au

pied de l'arbre, là où la neige a agi comme couvert protecteur.

- Les signes de dépérissement et de brunissement s'atténuent à mesure qu'on s'éloigne de la route.
- Les premiers signes de brunissement apparaissent vers la fin de février ou le début de mars, les dommages devenant plus évidents au printemps et au cours de l'été.

Dommages causés aux feuillus par le sel

Voici un aperçu des dommages causés aux feuillus par le sel.

- Au bout des branches, le débourrement se fait plus lentement du côté de l'arbre faisant face à la route.
- Les feuilles ne sortent pas des boutons situés au bout des branches se trouvant du côté de la route.
- Les nouvelles pousses sur les branches du côté de la route produisent des pousses multiples juste derrière l'extrémité des branches mortes, ce qui donne aux branches l'apparence d'un balai de sorcière.
- Les boutons floraux n'ouvrent pas du côté de la route, tandis que la floraison des plantes plus éloignées est normale.
- Les dommages deviennent évidents au début du débourrement.

Roussissure des feuilles

Les roussissures ou insulations surviennent lorsque les plantes ont du mal à absorber l'eau, habituellement par temps très chaud et sec. Les feuilles peuvent s'affaïsser subitement ou virer au brun sur le pourtour du limbe ou dans la zone internervaire. Souvent, les nervures restent vertes.

Les plantes ornementales récemment transplantées sont les plus vulnérables parce que leur système racinaire est limité. La roussissure est attribuable à une foule de facteurs, qui ont notamment pour origine des dommages aux racines : travaux, compactage du sol et exposition à des produits chimiques. La sécheresse et les chaleurs extrêmes sont aussi en cause.

3. Rongeurs et cervidés

Les rongeurs et les cervidés peuvent causer des dommages considérables dans les pépinières et les aménagements paysagers. La lutte contre ces animaux nuisibles n'est pas facile et doit souvent reposer sur des stratégies à long terme. Pour en savoir plus, consulter la fiche technique du MAAO, *La protection des vergers contre les rongeurs et les cervidés*.

Lutte contre les campagnols et les souris

Campagnols et mulots sont fréquents autour des cultures et des bâtiments de ferme. Les campagnols peuvent causer des dommages économiques importants au matériel de pépinière. Ils sont surtout problématiques quand la nourriture se fait rare. Le campagnol est un petit mammifère rongeur au corps trapu brun ou gris et aux pattes courtes. Il se distingue du mulot par sa queue plus courte et par ses oreilles collées à son corps. Les campagnols sont actifs le jour comme la nuit, à longueur d'année. Les femelles commencent à se reproduire à l'âge d'à peine trois semaines. Les campagnols, aussi appelés « rats des champs », grignotent les racines et dénudent les tiges et les troncs des arbres et des arbustes. Il y a deux sortes de campagnols : le campagnol sylvestre et le campagnol des champs, le deuxième étant celui qu'on trouve le plus souvent en Ontario.

Le campagnol des champs se fabrique de petits sentiers à la surface du sol. Le printemps et l'été, il se nourrit d'herbes, de bulbes et de graines de graminées. Dès l'automne et durant l'hiver, il se nourrit de l'écorce des plantes ligneuses. Les dommages qu'ils causent sont plus lourds les hivers où le recouvrement du sol par la neige est ininterrompu et prolongé. Le campagnol sylvestre se creuse des terriers dans le sol et s'y nourrit principalement de racines et de l'écorce dont il dénude les racines plus développées.

Moyens de lutte contre les campagnols et les souris

Pour survivre, les campagnols ont besoin de nourriture, d'un abri et d'une protection contre les

prédateurs. On peut donc limiter les populations de campagnols en les privant d'un de ces éléments.

Dans les aménagements paysagers, désherber le pied des arbres et des arbustes dans un rayon d'au moins 60 cm.

Dans les pépinières où l'on cultive des plantes de couverture entre les rangées d'arbres, appliquer sous les arbres une bande d'herbicide d'environ 1,2 m de large et faucher la culture de couverture au ras du sol à la fin de l'été pour éviter que des peuplements denses ne servent d'abri aux rongeurs. Installer des protecteurs bien ancrés dans le sol, à une profondeur d'environ 8 cm. Ils doivent protéger le tronc des arbres jusqu'à une hauteur d'au moins 45 cm, être exempts de débris et être solidement fixés.

Favoriser, dans la mesure du possible, la présence des prédateurs naturels comme les faucons, hiboux, corneilles, corbeaux, belettes, renards, coyotes, ratons laveurs, mouffettes, chats et couleuvres. Il se peut que la prédation ne suffise pas à maîtriser de fortes populations de campagnols, mais elle peut aider à réduire les populations durant une année normale.

Utiliser des appâts à souris (rodenticides) là où les campagnols ont causé des dommages par le passé. Commencer à épandre les appâts au début de septembre sur le périmètre du champ pour se donner toutes les chances d'éviter une explosion des populations de campagnols à l'automne.

Utiliser en alternance un appât au phosphore de zinc et un appât anticoagulant (voir le tableau 3-1, *Rodenticides*, à la page 78). Les applications répétées de phosphore de zinc sont déconseillées, parce que les campagnols risquent de s'en méfier après le premier épandage et d'en rester éloignés pendant deux à quatre mois.

Utiliser des pièges-appâts pour prolonger la durée de conservation des appâts et offrir aux rongeurs un endroit abrité où se nourrir. Les pièges-appâts ont aussi l'avantage de maintenir les appâts empoisonnés hors de portée des animaux de compagnie et des autres espèces animales non visées. Le piège-appât en forme de T inversé, fabriqué à partir d'un

tuyau d'ABS de 3,8 cm (1 ½ po) de diamètre, est probablement le piège-appât le plus efficace qui soit. Par le tuyau vertical, mettre plusieurs cuillerées d'appât, puis recouvrir le tuyau pour protéger l'appât contre les intempéries. Il est possible d'utiliser des tuyaux plus longs là où les précipitations de neige sont abondantes. Installer environ 25 pièges-appâts/hectare (10/acre). (Dans les grandes cultures, les appâts peuvent être épanchés à la volée sur toute la zone infestée les jours d'automne ensoleillés où l'on ne prévoit pas d'averses.)

Précautions à prendre pendant la manipulation des appâts empoisonnés

Il est important de manipuler les appâts empoisonnés avec prudence. Voici des points à considérer dans le cadre d'un programme de lutte contre les campagnols.

- N'utiliser les appâts énumérés au tableau 3-1, *Rodenticides*, à la page 78, que dans les pépinières commerciales.
- Inscrire le mot POISON sur tous les contenants servant à l'entreposage des appâts empoisonnés.
- Entreposer ces contenants hors de la portée des enfants, des animaux de compagnie et du bétail.

- Ne pas respirer les poussières ou les vapeurs de phosphore de zinc.
- Ne pas entreposer d'appâts contenant du phosphore de zinc dans des bâtiments où se rendent fréquemment des personnes ou des animaux.
- Utiliser le matériel servant à préparer et à épandre les appâts empoisonnés strictement à ces fins.
- Porter des gants en caoutchouc ou d'autres gants de protection convenant à la manipulation d'appâts, comme on le fait lorsqu'on manipule des insecticides dangereux.
- Se laver les mains après avoir manipulé tout appât empoisonné.
- Tenir les chiens et les chats qui aiment chasser les souris à l'écart de la pépinière pendant au moins deux ou trois jours afin de les empêcher d'attraper des souris mourantes.
- Ne pas manipuler à mains nues les mulots ou campagnols morts.
- Les éliminer de manière à éviter tout contact avec des humains ou des animaux.

TABLEAU 3-1. Rodenticides

De nombreux appâts rodenticides sont offerts sous forme de mini-blocs et de pastilles.

Mode d'action	Nom générique	Appellation commerciale	Espèces combattues
Anticoagulant	brodifacoum	Ratak +	Rat surmulot (rat d'égout), rat noir, souris commune (souris domestique)
	bromadiolone	Boot Hill, Maki	Rat surmulot, rat noir, souris commune
	cellulose	Rode-trol	Souris, mulots et rats
	chlorophacinone	Ground Force, Rozol	Rat surmulot, rat noir, souris commune, campagnols des champs
	diféthialone	Generation, Hombre	Rat surmulot, rat noir, souris commune
	diphacinone	Ramik Brown, Ramik Green	Souris, mulots et campagnols
Poison foudroyant	phosphore de zinc	de nombreux produits sur le marché	Campagnols des champs, souris sylvestres, souris, mulots, rat surmulot, rat noir

Lutte contre les léporidés

Les léporidés (p. ex. lapins et lièvres) se nourrissent de l'écorce, des rameaux et des bourgeons de nombreuses plantes ligneuses. Ils semblent préférer les espèces ayant une écorce fine, notamment les arbres fruitiers, pommiers, cornouillers fleuris, liquidambers à *Styrax*, houx, troènes, pins, bouleaux et jeunes érables.

Moyens de lutte contre les léporidés

Installer des clôtures pour protéger les plantations de petite surface. Utiliser du treillis métallique à largeur de mailles de 25 mm, fixé à des poteaux solides espacés de 2 m. Prendre soin d'ancrer le bas de la clôture dans le sol. Les lapins et les lièvres ne creuseront pas sous la clôture, mais ils se faufleront à travers toute ouverture suffisamment grande. La clôture doit s'élever à au moins 60 cm au-dessus de la couche de neige la plus épaisse. On peut aussi poser des manchons protecteurs autour de chaque arbre. Installer des pièges pour prendre les léporidés et les retirer de la plantation. Encourager les prédateurs naturels. La chasse aux lapins et aux lièvres permet de contenir la population des léporidés, mais il faut d'abord se renseigner auprès des autorités locales sur les règlements applicables aux armes à feu. La gestion des léporidés doit se poursuivre toute l'année.

Utiliser des répulsifs pour prévenir les dommages. Choisir un répulsif qui a des propriétés adhérentes de longue durée. S'assurer que le répulsif a un goût qui déplaît aux lapins et aux lièvres ou qu'il dégage une odeur qui leur est désagréable. Enduire de répulsif toutes les parties de la plante que les lapins et les lièvres peuvent atteindre lorsqu'ils se tiennent debout sur une épaisse couche de neige. Les répulsifs chimiques sont des préparations commerciales à base de thirame (p. ex. Skoot) ou à base de savon à l'ammonium d'acide gras (p. ex. Hinder). Pour fabriquer un répulsif efficace, mélanger un répulsif à base de thirame avec de la peinture blanche d'extérieur au latex. Diluer 400 g de Thiram 75WP dans 2 l d'eau et mélanger lentement cette solution à 4 l de peinture blanche d'extérieur au latex. Ne pas utiliser de peintures à base d'huile, car elles sont toxiques pour les arbres.

Lutte contre les cervidés

Les cervidés se nourrissent des bourgeons, des pousses et des feuilles de nombreuses plantes ligneuses. Les dommages qu'ils causent entraînent des retards de croissance et des malformations. Pour en savoir plus sur la lutte contre les cervidés, consulter la fiche technique du MAAO, *La protection des vergers contre les rongeurs et les cervidés*.

Moyens de lutte contre les cervidés

Pour aider à garder les cervidés hors des zones de culture, ériger des clôtures autour des plants qui attirent les cervidés (ifs, pruches du Canada et rosacées, par exemple). Installer des clôtures en treillis métallique hautes d'au moins 2,4 m et les fixer à des poteaux solides. Les clôtures électriques peuvent avoir une certaine efficacité. Là où ni la chasse (pendant les saisons de chasse ou en des occasions particulières) ni les autres mesures de lutte n'ont donné de résultats satisfaisants en matière de réduction des dommages causés par les cervidés, les agriculteurs ont la possibilité d'obtenir des permis d'élimination des cerfs les autorisant à abattre les cervidés qui endommagent gravement leurs cultures. Ces permis sont délivrés aux agriculteurs ou à leurs mandataires, sous réserve du respect de plusieurs conditions. Les agriculteurs qui veulent obtenir un permis d'élimination des cerfs doivent d'abord demander un rapport d'évaluation des dommages au ministère des Richesses naturelles. Ces permis constituent une mesure de dernier recours.

Des répulsifs bien utilisés peuvent empêcher les cervidés de venir brouter si ceux-ci ont d'autres sources de nourriture. Cependant, si la nourriture se fait rare, les répulsifs risquent de ne pas produire l'effet recherché. Les répulsifs chimiques sont des préparations commerciales à base de thirame (p. ex. Skoot) ou à base de savon à l'ammonium d'acide gras (p. ex. Hinder). On peut avoir à remplacer les répulsifs gustatifs toutes les trois à quatre semaines durant l'hiver. Il faut les installer lorsqu'aucune précipitation n'est prévue avant 24 heures et que les températures se situent entre 4 et 27 °C. Recouvrir toutes les parties vulnérables des plants. Pulvériser sur le pourtour des arbres et des arbustes jusqu'à une hauteur de 2 m.

Les répulsifs olfactifs comme la farine de sang, les boules de naphthaline, les savons parfumés et les cheveux humains peuvent éloigner les cervidés. Des études indiquent que des pains de savon suspendus aux arbres dans le champ peuvent éloigner les cervidés. On peut utiliser des petits pains de savon (comme ceux qu'on trouve dans les hôtels). Toute marque de savon fait l'affaire. Percer un trou dans chaque pain de savon toujours enveloppé de son emballage. Suspendre le pain de savon à une branche à l'aide d'un lien torsadé ou d'une corde, à une hauteur d'environ 75 cm au-dessus du sol. Chaque pain éloigne les cervidés sur un rayon d'environ 1 m.

Des sacs de cheveux humains peuvent aussi éloigner les cervidés, mais cette méthode n'est pas toujours fiable. Il s'agit de mettre deux poignées de cheveux humains dans un collant en nylon ou un sac en filet à mailles fines et de suspendre le tout au bout des branches ou sur le pourtour de la zone à protéger. Espacer les sacs d'au plus 90 cm et les placer à 75 cm au-dessus du sol. Garder les sacs en place du milieu de l'automne au début du printemps en prenant soin de les remplacer tous les mois.

4. Lutte contre les mauvaises herbes

Le programme de lutte contre les mauvaises herbes doit tirer parti d'une combinaison de méthodes culturales, mécaniques et chimiques adaptées à la situation. L'efficacité des méthodes de désherbage dépend des conditions météorologiques, du type de sol et des antécédents culturaux. Avant d'adopter toute mesure corrective, identifier les mauvaises herbes présentes et se renseigner sur leurs caractéristiques de croissance. Consulter le site www.weedinfo.ca/fr, qui se veut une base évolutive de connaissances sur les mauvaises herbes.

En avril 2009, le ministère de l'Environnement de l'Ontario modifiait sa *Loi sur les pesticides* en adoptant la *Loi de 2008 sur l'interdiction des pesticides utilisés à des fins esthétiques* et le Règlement de l'Ontario 63/09. Les pesticides sont maintenant classés dans onze catégories aux fins de vente et d'utilisation. Des exceptions sont prévues pour les usages agricoles (y compris la production de plants de pépinière). Pour plus d'information sur les nouvelles dispositions législatives, consulter le site Web du ministère de l'Environnement au www.ontario.ca/interdictiondespesticides.

Une fois que les mauvaises herbes à combattre sont identifiées, il s'agit de réduire au minimum les infestations avant les plantations, d'éliminer les sources possibles d'infestation et de prévenir l'établissement des plantes adventices.

Principes de lutte contre les mauvaises herbes

On peut éviter bien des infestations en utilisant des semences et des plants exempts de mauvaises herbes et en empêchant les mauvaises herbes de monter en graine. Surveiller la croissance des mauvaises herbes à la fois dans la culture et dans les zones non cultivées avoisinantes. Accroître l'activité des organismes du sol (bactéries, champignons, vers de terre, insectes, etc.) est un bon moyen de défense contre les mauvaises herbes puisque cela augmente la vigueur de la culture et active la décomposition des graines de mauvaises herbes dans le sol. Les pratiques culturales favorisant l'activité biologique du sol

(p. ex. épandage de fumier ou de déchets végétaux compostés, utilisation de cultures couvre-sol) peuvent réduire les problèmes de mauvaises herbes.

Réduction des infestations avant les plantations

Recours aux cultures de couverture pour freiner la croissance des mauvaises herbes

Lorsqu'un champ de pépinière est mis hors de production, on doit y cultiver des plantes couvre-sol ou un engrais vert avant de le remettre en production. Des cultures qu'on enfouit comme le seigle, le trèfle rouge, le sarrasin, le sorgho herbacé, le millet et le radis oléagineux sont des exemples de cultures de couverture. Ces cultures limitent la croissance des mauvaises herbes par concurrence et par allélopathie (en exsudant des produits chimiques qui nuisent à la germination des graines de mauvaises herbes). Elles ont également pour effet de réduire l'érosion due au vent, et les résidus qu'elles laissent enrichissent le sol en matière organique. Le sol est nettement plus meuble dans une culture qui suit une culture de couverture. Voir la rubrique « Cultures couvre-sol », à la page 11.

Lutte contre les mauvaises herbes vivaces

De nombreuses mauvaises herbes vivaces sont nuisibles aux cultures de pépinières, notamment le chiendent, le liseron, la vesce, la vigne sauvage, la morelle vivace, le chardon, le lierre terrestre, le glouteron, la prêle, la linairé, l'asclépiade, l'aster, le souchet, l'épilobe et la verge d'or. Voici les points à considérer :

- Toujours s'efforcer, dans l'année précédant les plantations, de réduire au minimum (ou d'éliminer) les mauvaises herbes vivaces.
- Au besoin, appliquer un herbicide systémique, comme Roundup, sur les mauvaises herbes vivaces l'année précédant les plantations. Respecter le mode d'emploi précisé sur l'étiquette et toujours utiliser la dose recommandée contre la mauvaise herbe en cause. Pour assurer une élimination à

long terme, appliquer l'herbicide au bon stade de croissance de la mauvaise herbe (p. ex. juste avant la floraison dans le cas de la plupart des espèces vivaces à feuilles larges).

- Il peut être difficile de lutter contre des mauvaises herbes vivaces dans des peuplements établis en raison de la sensibilité de la culture à certains herbicides et de l'impossibilité de sarcler à fond des pépinières établies.
- Un sarclage répété donne aussi de bons résultats contre certaines mauvaises herbes vivaces comme le liseron. Débarrasser le cultivateur des débris de mauvaises herbes avant de l'utiliser dans des sols exempts de mauvaises herbes.
- Utiliser des herbicides non sélectifs (comme Gramoxone et Roundup) avant de semer une culture d'engrais vert et avant de l'enfouir. Les herbicides à faible rémanence, comme le 2,4-D, peuvent être utilisés en combinaison avec des cultures d'engrais vert tolérantes. Il faut cependant éviter d'utiliser des herbicides qui exposent les plantations suivantes à des résidus dans le sol (p. ex. Simadex).

Rotation des cultures

La rotation des cultures est un élément important de la stratégie de maîtrise à long terme des mauvaises herbes. Après avoir enfoui une culture de couverture, il est préférable d'installer du matériel de pépinière différent de la culture antérieure. Par exemple, faire suivre une culture de conifères par une culture de feuillus. Cette rotation amène une alternance des méthodes de travail du sol, des espacements, des systèmes de récolte et des herbicides employés. La rotation contribue à interrompre le cycle des mauvaises herbes et à réduire leur prolifération. De courtes rotations utilisant plusieurs cultures permettent d'augmenter les rendements et la rentabilité de chacune des cultures. Choisir une culture qui oppose une forte concurrence aux mauvaises herbes identifiées.

Technique du faux semis

La technique du faux semis consiste à préparer le lit de semence au tout début de la saison de croissance. On laisse les mauvaises herbes germer. On les tue quelques semaines plus tard à l'aide de glyphosate ou de paraquat. Une fois les mauvaises herbes

détruites, on sème ou repique la culture dans le lit de plantation en veillant à remuer le sol le moins possible.

Préparation des lits destinés à recevoir des contenants

Préparer la zone destinée à recevoir des contenants en y étendant une couche de gravier ou en recouvrant le sol d'une pellicule de plastique noir ou d'une membrane géotextile opaque. Il est important que le matériau utilisé intercepte les rayons lumineux afin de stopper toute germination. Ces matériaux peuvent être réutilisés pendant un certain nombre d'années avant de devoir être remplacés. Garder le lit de contenants et les allées exempts de mauvaises herbes en y arrachant les plantules ou en les détruisant chimiquement. Retirer et jeter toutes les mauvaises herbes arrachées loin de l'aire de culture afin que les semences ne puissent être disséminées dans les contenants avoisinants.

Débarrasser les contenants des mauvaises herbes existantes avant que celles-ci ne fleurissent. Une fois qu'une plante fleurit, elle risque de disséminer des centaines de graines catapultées ou emportées par le vent. Bon nombre d'espèces de mauvaises herbes infestant les contenants sont des annuelles qui comptent plusieurs générations de plantules par année étant donné que leurs semences n'ont pas besoin d'hiverner avant de germer. À l'automne, bien enlever les mauvaises herbes en pleine croissance des contenants parce que les serres plastiques sont couvertes. Cela évitera que les mauvaises herbes n'hivernent avec succès dans le milieu abrité qu'offre la serre plastique. Veiller à bien enlever les rosettes des annuelles d'hiver, comme la bourse-à-pasteur et la vergerette du Canada, ainsi que les plants établis et les plantules de céréaiste vulgaire et de stellaire moyenne. Sinon, ces plants fleuriront en mai ou même avant.

Maîtrise des sources d'infestation

Réduire au minimum les sources d'infestation en recourant aux méthodes de désherbage mécaniques, culturales ou chimiques ci-dessous :

- Recourir à des méthodes mécaniques ou chimiques pour tuer les mauvaises herbes qui ont échappé aux traitements avant qu'elles ne montent en graine.

- Empêcher les mauvaises herbes de monter en graine dans les zones avoisinantes non cultivées.
- Tondre à intervalle régulier pour empêcher les mauvaises herbes de fleurir.
- Utiliser une tondeuse à fil de nylon à certains endroits, notamment le long de clôtures.
- Rechercher les sources de mauvaises herbes, comme les peupliers, les saules, l'épilobe et la vergerette du Canada, qui infestent les aires de culture en plein champ ou en contenant.
- Lutter contre les mauvaises herbes autour des bassins d'irrigation afin d'éviter que de très petites graines de mauvaises herbes ne soient versées dans les contenants à chaque arrosage.
- Garder un couvert de graminées dense autour des bassins d'irrigation afin d'assurer la stabilisation des berges et d'éviter les infestations de mauvaises herbes.
- Installer un filtre dans le réseau d'irrigation afin de supprimer les graines de mauvaises herbes dans l'eau d'irrigation.

Méthodes mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes

Il est possible de réduire les mauvaises herbes et les foyers d'infestation par des méthodes mécaniques. S'assurer que les plants de semis et les plants repiqués sont exempts de mauvaises herbes avant le repiquage. Avant de passer à un autre champ, débarrasser le matériel des débris de mauvaises herbes. Travailler en dernier les champs infestés.

Houe rotative

Les dents de la houe rotative soulèvent et malaxent la terre, déracinant ainsi les plantules de mauvaises herbes. Les houes rotatives causent habituellement moins de dommages aux cultures que les herses. Elles permettent aussi de briser la croûte du sol et d'incorporer les herbicides appliqués en surface, ce qui active leur action chimique et améliore la destruction des mauvaises herbes. Utiliser la houe rotative en fin d'avant-midi ou l'après-midi quand la chaleur du soleil fait faner les mauvaises herbes déracinées. De plus, les plantes cultivées sont plus flexibles durant ces périodes de la journée, et les dommages s'en trouvent ainsi réduits.

Pour obtenir de bons résultats, maintenir une vitesse suffisante, habituellement de 10 à 20 km/h. Une vitesse d'avancement trop lente ne génère pas une force suffisante pour soulever les mauvaises herbes hors du sol et risque d'endommager davantage les cultures. Sur les sols légers ou meubles, il faut que le travail de la houe rotative soit superficiel.

Sarclage ou binage de l'entre-rang

Le travail superficiel entre les rangs des cultures en lignes déracine les mauvaises herbes jeunes et sectionne les plus développées. Divers types d'équipement peuvent être utilisés. Quand on a recours à des pattes d'oie, il faut prévoir 50 % de chevauchement pour obtenir un désherbage complet. Utiliser des caches pour éviter d'ensevelir les petites cultures. Le premier sarclage est sans doute le plus important, car les mauvaises herbes qui y échappent atteindront habituellement leur pleine maturité. Le sarclage complète à merveille un traitement herbicide. Un sarclage superficiel (2,5 à 5,0 cm) évite de nuire à l'action de l'herbicide appliqué (le maintien de la couche d'herbicide empêchera les semis de mauvaises herbes de lever et de s'établir dans le sol).

Fauchage

Le fauchage ou la tonte contribue à réduire les populations de mauvaises herbes. Le meilleur moment pour faucher les mauvaises herbes vivaces est au stade du bouton floral, avant que leurs racines accumulent des réserves et que les tiges montent en graine. Si une application d'herbicide est prévue plus tard en saison, il faut laisser s'écouler suffisamment de temps pour que la mauvaise herbe repousse après le fauchage.

Gestion des mauvaises herbes résistantes aux herbicides

Il existe plus de 120 espèces de mauvaises herbes résistantes aux herbicides un peu partout dans le monde. Consulter la fiche technique du MAAO, *La résistance des mauvaises herbes aux pesticides*, pour obtenir la liste des mauvaises herbes résistantes observées en Ontario. Les herbicides doivent être utilisés raisonnablement.

Retarder la résistance aux herbicides

La résistance à un herbicide est la conséquence d'applications répétées de cet herbicide. La rapidité avec laquelle apparaît une résistance à différents types d'herbicides est extrêmement variable d'une espèce de mauvaise herbe à l'autre et d'un peuplement à l'autre. Voici une série de mesures qui contribuent à réduire au minimum le nombre de mauvaises herbes résistantes :

Identification et vigilance. Rien ne distingue en apparence les mauvaises herbes résistantes, si ce n'est qu'elles ne subissent pas la destruction et les dommages observés chez des plants du même peuplement. On sait qu'il est fréquent que des mauvaises herbes « échappent » aux traitements chimiques. On ne remarque parfois l'apparition d'une résistance que lorsque 10 à 30 % des mauvaises herbes sont insensibles au traitement. Il faut donc inspecter les champs régulièrement et recourir à des méthodes de diagnostic pour déceler un problème avant qu'il ne s'aggrave.

Prévention de la dissémination des mauvaises herbes. Au sortir d'un champ, nettoyer le matériel. Ne pas permettre la montée en graine des mauvaises herbes résistantes.

Recours au désherbage mécanique. Dans la mesure du possible, faire un désherbage mécanique à l'aide notamment de la houe rotative ou du cultivateur.

Rotation des cultures et des herbicides. Ne pas employer les mêmes herbicides année après année. Pratiquer la rotation des cultures et pulvériser sur la nouvelle culture des herbicides ayant des modes d'action ou des sites d'action différents. Utiliser des mélanges en cuve ou des mélanges commerciaux homologués renfermant de multiples ingrédients actifs et pouvant combattre une même mauvaise herbe de différentes façons.

Tenue de registres. Tenir des registres précis des rotations de cultures pratiquées et des herbicides utilisés dans chacun des champs. Des registres bien tenus facilitent la planification des stratégies à long terme de lutte contre les mauvaises herbes.

Communication. Se renseigner auprès des associations de producteurs, des universités, des spécialistes en vulgarisation, des entreprises

agroalimentaires, des amis et des voisins à propos des problèmes de résistance dont ils sont témoins. Informer l'inspecteur provincial des mauvaises herbes ou les représentants des fabricants de produits phytosanitaires des cas de résistance observés afin que des mesures appropriées puissent être prises pour prévenir la dissémination des souches résistantes.

Diagnostic. L'apparition d'une résistance n'est pas la seule raison pouvant expliquer l'inefficacité d'un herbicide. Il importe d'éliminer les autres causes de l'inefficacité d'un traitement, notamment les erreurs d'application, les conditions météorologiques défavorables, un traitement effectué au mauvais moment et les poussées de croissance des mauvaises herbes après l'application d'un herbicide sans effet rémanent. Si, après analyse, on retient toujours la possibilité d'une résistance, faire les vérifications qui suivent :

- Le traitement a-t-il été efficace contre d'autres mauvaises herbes indiquées sur l'étiquette du produit? Advenant l'apparition d'une résistance, il est fort probable que celle-ci ne se développerait dans un champ que chez une seule espèce de mauvaise herbe. En conséquence, s'il reste plusieurs mauvaises herbes normalement sensibles au traitement, il faut passer de nouveau en revue les autres causes possibles de l'échec du traitement.
- A-t-on remarqué l'année antérieure qu'à un même endroit dans le champ le même herbicide ou des herbicides appartenant au même groupe chimique et ayant le même mode d'action ont été inefficaces?
- Y a-t-il eu année après année dans le champ une utilisation intensive du même herbicide ou d'herbicides appartenant au même groupe?

Si on a répondu par l'affirmative à l'une ou l'autre des questions qui précèdent, il est possible que les mauvaises herbes soient devenues résistantes à l'herbicide. Utiliser un herbicide appartenant à un groupe différent ou recourir à une méthode de lutte autre que chimique. Empêcher les mauvaises herbes de monter en graine. Communiquer avec l'inspecteur provincial des mauvaises herbes ainsi qu'avec le fournisseur d'herbicides et le fabricant de produits antiparasitaires pour mettre au point un programme complet de lutte contre les mauvaises herbes.

5. Annexes

Annexe A : Conseillers du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario

Jen Llewellyn

Spécialiste de la culture en pépinière

Édifice Bovey

Université de Guelph

Guelph (Ontario) N1G 2W1

Tél. : 519 824-4120, poste 52671

Télec. : 519 766-1704

Courriel : jennifer.llewellyn@ontario.ca

www.ontario.ca/cultures

www.onnurserycrops.wordpress.com

(en anglais seulement)

Mike Cowbrough

Inspecteur provincial des mauvaises herbes

Édifice de la phytotechnie

Université de Guelph

Guelph (Ontario) N1G 2W1

Tél. : 519 824-4120, poste 52580

Télec. : 519 763-8933

Courriel : mike.cowbrough@ontario.ca

www.ontario.ca/cultures

Autres ressources du MAAO

Centre d'information agricole

1 Stone Road West

Guelph (Ontario) N1G 4Y2

Tél. : 1 877 424-1300 ou 519 826-4047

Télec. : 519 826-7610

Courriel : ag.info.omaf@ontario.ca

Une source d'information technique et commerciale offerte sans frais à la grandeur de la province aux exploitations agricoles et agroalimentaires ainsi qu'aux entreprises rurales.

On peut consulter la liste complète du personnel de la Direction du développement de l'agriculture du MAAO dans le site Web du ministère, au www.ontario.ca/cultures.

Annexe B. Bureaux régionaux du ministère de l'Environnement de l'Ontario

Région et comtés	Adresse	Téléphone et télécopieur
Centre Toronto, Halton, Peel, York, Durham, Muskoka, Simcoe	5775, rue Yonge, 8 ^e étage Toronto (Ontario) M2M 4J1	Tél. : 416 326-6700 Sans frais : 1 800 810-8048 Téléc. : 416 325-6345
Centre-Ouest Haldimand, Norfolk, Niagara, Hamilton-Wentworth, Dufferin, Wellington, Waterloo, Brant	Édifice du Gouvernement de l'Ontario 119, rue King O., 12 ^e étage Hamilton (Ontario) L8P 4Y7	Tél. : 905 521-7640 Sans frais : 1 800 668-4557 Téléc. : 905 521-7820
Est Frontenac, Hastings, Lennox et Addington, Prince Edward, Leeds et Grenville, Prescott et Russell, Stormont, Dundas et Glengarry, Haliburton, Peterborough, lacs Kawartha, Northumberland, Renfrew, Ottawa, Lanark, district de Nipissing (canton de South Algonquin)	1259, rue Gardiners, unité 3 C.P. 22032 Kingston (Ontario) K7M 8S5	Tél. : 613 549-4000 Sans frais : 1 800 267-0974 Téléc. : 613 548-6908
Sud-Ouest Elgin, Middlesex, Oxford, Essex, Kent, Lambton, Bruce, Grey, Huron, Perth	733, chemin Exeter London (Ontario) N6E 1L3	Tél. : 519 873-5000 Sans frais : 1 800 265-7672 Téléc. : 519 873-5020
Nord (Est) Manitoulin, Nipissing, Parry Sound, Sudbury, Algoma (Est), Témiscamingue, Sault Ste. Marie	199, rue Larch, bureau 1201 Sudbury (Ontario) P3E 5P9	Tél. : 705-564-3237 Sans frais : 1 800 890-8516 Téléc. : 705-564-4180
Nord (Ouest) Algoma (Ouest), Cochrane, Kenora, Rainy River, Timmins, Thunder Bay	435, rue James S., bureau 331 Thunder Bay (Ontario) P7E 6S7	Tél. : 807 475-1205 Sans frais : 1 800 875-7772 Téléc. : 807 475-1745
Direction de l'élaboration des normes	Section des pesticides 40, avenue St. Clair O., 7 ^e étage Toronto (Ontario) M4V 1L5	Tél. : 416 327-5519 Téléc. : 416 327-2936
Direction des autorisations	Permis - pesticides 2, avenue St. Clair O., étage 12A Toronto (Ontario) M4V 1L5	Tél. : 416 314-8001 Sans frais : 1 800 461-6290 Téléc. : 416 314-8452

Annexe C. Laboratoires accrédités par le MAAO pour les analyses d'échantillons de sol, de feuilles et de substrats de culture en serre

Laboratoire	Types d'échantillons	Adresse	Téléphone, télécopieur, courriel et site Web (en anglais seulement)	Personnes-ressources
A & L Canada Laboratories East	Sol, feuilles	2136, Jetstream London (Ontario) N5V 3P5	Tél. : 519 457-2575 Télec. : 519 457-2664 aginfo@alcanada.com www.alcanada.com	Ian McLachlin Greg Patterson
Accutest Laboratories	Sol, feuilles	146, Colonnade, unité 8 Nepean (Ontario) K2E 7Y1	Tél. : 613 727-5692 Télec. : 613 727-5222 phaulena@accutestlabs.com www.accutest.com	Peter Haulena Rob Walker Lorna Wilson
Brookside Laboratories Inc.	Sol	301 South Main Street New Knoxville, OH 45871 USA	Tél. : 419 753-2248 Télec. : 419 753-2949 greg@blinc.com www.blinc.com	Greg Meyer
Forest Resources and Soils Testing Laboratory	Sol	955, Oliver BB1005D Thunder Bay (Ontario) P7B 5E1	Tél. : 807 343-8639 Télec. : 807 343-8116 soilslab@lakeheadu.ca	Leni Meyer
SGS Agri-Food Laboratories	Sol, feuilles, substrats de culture en serre	503, Imperial, unité 1 Guelph (Ontario) N1H 6T9	Tél. : 519 837-1600 ou 1 800 265-7175 Télec. : 519 837-1242 lab@agtest.com www.agtest.com	Papken Bedirian Jack Legg
Soil and Nutrient Lab (laboratoire des sols et des éléments nutritifs) Université de Guelph	Sol, feuilles	95 Stone Road W. C.P. 3650 Guelph (Ontario) N1H 8J7	Tél. : 519 767-6226 Télec. : 519 767-6240 www.guelphlabservices.com/AFL/GrowersSoil.aspx	Nicole Fisher Mark Flock
Stratford Agri Analysis	Sol, feuilles	1131, rue Erie C.P. 760 Stratford (Ontario) N5A 6W1	Tél. : 519 273-4411 ou 1 800 323-9089 Télec. : 519 273-4411 laboratory@daconutrition.com www.stratfordagri.ca	Keith Lemp Jim Brimmer

Annexe D. Autres ressources

Centres de recherches d'Agriculture et Agroalimentaire Canada

www.agr.gc.ca/index_f.php

Centre de recherches de l'Est sur les céréales et les oléagineux

960, avenue Carling
Ottawa (Ontario) K1A 0C6
Tél. : 613 759-1858

Centre de recherches sur les cultures abritées et industrielles

2585, route de comté 20
Harrow (Ontario) N0R 1G0
Tél. : 519 738-2251

Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments

1391, rue Sandford
London (Ontario) N5V 4T3
Tél. : 519 457-1470

Ferme expérimentale de Vineland

4902, avenue Victoria Nord
Vineland (Ontario) L0R 2E0
Tél. : 905 562-4113

Bureaux régionaux (Phytoprotection) de l'Agence canadienne d'inspection des aliments

www.inspection.gc.ca

Belleville

345, rue College Est
Belleville (Ontario) K8N 5S7
Tél. : 613 969-3333

Brantford

625, chemin Park N., bureau 6
Brantford (Ontario) N3T 5P9
Tél. : 519 753-3478

Hamilton

709, rue Main Ouest, bureau 101
Hamilton (Ontario) L8S 1A2
Tél. : 905 572-2201

London

19-100, Commissioners Est
London (Ontario) N5Z 4R3
Tél. : 519 691-1300

St. Catharines

395, rue Ontario
C.P. 19
St. Catharines (Ontario)
L2N 7N6
Tél. : 905 937-8232

District d'Ottawa

38, promenade Auriga, unité 8
Ottawa (Ontario) K2E 8A5
Tél. : 613 274-7374, poste 221

Toronto

1124, avenue Finch Ouest,
bureau 2
Downsview (Ontario) M3J 2E2
Tél. : 416 665-5055

Université de Guelph

Campus principal

Guelph (Ontario) N1G 2W1
Tél. : 519 824-4120
www.uoguelph.ca
(en anglais seulement)

Campus d'Alfred

Alfred (Ontario) K0B 1A0
Tél. : 613 679-2218
Télec. : 613 679-2423
www.uoguelph.ca/alfred

Campus de Kemptville

Kemptville (Ontario) K0G 1J0
Tél. : 613 258-8336
Télec. : 613 258-8384
www.kemptvillec.uoguelph.ca
(en anglais seulement)

Campus de Ridgetown

Ridgetown (Ontario) N0P 2C0
Tél. : 519 674-1500
www.ridgetownc.uoguelph.ca
(en anglais seulement)

Département de phytotechnie

www.plant.uoguelph.ca
(en anglais seulement)

Département de phytotechnie, Guelph

50 Stone Road W.
Guelph (Ontario) N1G 2W1
Tél. : 519 824-4120, poste 56083
Télec. : 519 763-8933

Département de phytotechnie, Simcoe

1283 Blueline Road
C.P. 587
Simcoe (Ontario) N3Y 4N5
Tél. : 519 426-7127
Télec. : 519 426-1225

**Département de phytotechnie,
Vineland**

4890, avenue Victoria Nord
C.P. 7000
Vineland Station (Ontario)
L0R 2E0
Tél. : 905 562-4141
Télec. : 905 562-3413

**Division des services
de laboratoire**

95 Stone Road W.
C.P. 3650
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519 767-6299
www.guelphlabservices.com
(en anglais seulement)

**Pesticides et substances
organiques à l'état de trace**

Tél. : 519 767-6485

**Clinique de diagnostic
phytosanitaire**

Tél. : 519 767-6256

**Centre de recherche et
d'innovation de Vineland**

4890, avenue Victoria Nord
Vineland Station (Ontario)
L0R 2E0
Tél. : 905 562-0320
Télec. : 905 562-0084
www.vinelandresearch.com
(en anglais seulement)

Annexe E. Services de diagnostic

Les échantillons destinés au diagnostic de maladies, à l'identification d'insectes ou de mauvaises herbes ou au dépistage de nématodes ou du champignon *Verticillium* peuvent être expédiés à la :

Clinique de diagnostic phytosanitaire

Division des services de laboratoire

Université de Guelph
95 Stone Road W.
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : 519 767-6299
Télec. : 519 767-6240

afinfo@uoguelph.ca

www.guelphlabservices.com (en anglais seulement)

Soumettre les formulaires de demande d'analyse accompagnés d'un paiement. On peut se procurer les formulaires au www.guelphlabservices.com/AFL/submit_samples.aspx (en anglais seulement).

Comment prélever les échantillons destinés au dépistage de nématodes

Sol

Quand prélever les échantillons

Les échantillons de sol et de racines peuvent être prélevés en tout temps, lorsque le sol n'est pas gelé. En Ontario, les niveaux de population des nématodes dans le sol sont généralement le plus élevés en mai et en juin puis, de nouveau, en septembre et en octobre.

Comment prélever les échantillons

Prélever les échantillons de sol à une profondeur de 20 à 25 cm à l'aide d'un tube de prélèvement, d'un transplantoir ou d'une pelle à lame étroite. Si le sol est à nu, enlever une couche de 2 cm avant d'effectuer le prélèvement. Un échantillon doit réunir au moins 10 sous-échantillons. Bien mélanger les sous-échantillons dans un seau propre ou un sac en plastique. Ne conserver que 0,5 à 1 L. Aucun échantillon ne doit représenter plus de 2,5 ha.

Mode de prélèvement

Si la zone de prélèvement contient des plantes cultivées vivantes, faire les prélèvements dans le rang au niveau de la zone des poils absorbants (pour les arbres, à la périphérie du feuillage).

Nombre de sous-échantillons

Le nombre est déterminé en fonction de la superficie totale échantillonnée :

Moins de 500 m ²	10 sous-échantillons
De 500 m ² à 0,5 ha	25 sous-échantillons
De 0,5 ha à 2,5 ha	50 sous-échantillons

Racines

Dans le cas des petites plantes, échantillonner tout le système racinaire en plus du sol qui y adhère. Dans le cas des grosses plantes, prélever de 10 à 20 g en poids frais dans la zone des poils absorbants.

Zones atteintes

Prélever des échantillons de sol et de racines en périphérie de la zone atteinte, là où les plants sont encore vivants. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons de racines et de sol provenant de zones saines.

Manipulation des échantillons

Échantillons de sol

Les placer dans des sacs de plastique dès que possible après le prélèvement.

Échantillons de racines

Les placer dans des sacs de plastique et les recouvrir de sol humide prélevé au même endroit.

Entreposage

Entreposer les échantillons à une température de 5 à 10 °C. Ne pas les exposer aux rayons du soleil ou à des températures extrêmement chaudes ou froides (congélation). Seuls les nématodes vivants peuvent être comptés. Il faut une manutention soignée des échantillons pour une numération précise.

Plantes présentées pour identification ou diagnostic

Formulaires de demande d'analyse

On peut se procurer les formulaires auprès d'un bureau régional du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario. Prendre soin de bien remplir chacune des sections du formulaire. Dans l'espace prévu, dessiner les symptômes les plus évidents et la forme que prend la zone atteinte dans le champ. Il est important d'indiquer les cultures qui ont occupé cette zone pendant les trois dernières années et les pesticides qui ont été employés au cours de l'année.

Choisir un échantillon exhaustif et représentatif montrant les premiers symptômes. Présenter un échantillon aussi complet que possible de la plante, y compris le système racinaire, ou plusieurs plants montrant une gamme de symptômes. Si les symptômes se manifestent sur tout le plant, prélever l'échantillon dans une zone où la gravité des dommages est intermédiaire. Les matières complètement mortes sont habituellement inutiles pour établir un diagnostic.

Les spécimens de plantes présentés à des fins d'identification doivent comporter au moins 20 à 25 cm de la partie supérieure de la tige ainsi que des bourgeons latéraux, des feuilles et des fleurs ou des fruits dans un état qui permet de les identifier. Envelopper les plants dans du papier journal et les mettre dans un sac de plastique. Placer le système racinaire dans un sac de plastique séparé et bien attaché pour éviter son dessèchement et la contamination des feuilles par le sol. Ne pas ajouter d'eau de façon à ne pas favoriser la décomposition durant le transport. Protéger les spécimens et les emballer dans une boîte rigide pour éviter les dommages durant le transport. Ne pas laisser des spécimens exposés à des températures extrêmes dans un véhicule ou dans un endroit où ils pourraient se détériorer.

Livraison

Expédier les échantillons le plus tôt possible en début de semaine, par courrier de première classe ou par messagerie, à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Spécimens d'insectes présentés pour identification

Prélèvement des échantillons

Placer les cadavres d'insectes à corps dur dans des éprouvettes ou des boîtes en prenant soin d'entourer celles-ci d'essuie-tout ou de ouate. Dans le cas des insectes à corps mou et des chenilles, les placer dans des éprouvettes contenant de l'alcool. Ne pas utiliser d'eau, car elle risquerait de faire pourrir les spécimens. Pour l'expédition, il ne faut pas fixer les insectes sur du papier au moyen de ruban gommé ni les laisser libres dans une enveloppe.

Placer les insectes vivants dans un contenant renfermant suffisamment de végétaux pour les nourrir pendant le transport. Inscrire la mention « Matériel vivant » sur le contenant.

Annexe F. Unités du système international (SI)

Unités SI (métriques)

Unités de longueur

10 millimètres (mm)	=	1 centimètre (cm)
100 centimètres (cm)	=	1 mètre (m)
1 000 mètres (m)	=	1 kilomètre (km)

Unité de surface

100 m × 100 m = 10 000 m ²	=	1 hectare (ha)
100 hectares	=	1 kilomètre carré (km ²)

Unités de volume

Solides

1 000 millimètres cubes (mm ³)	=	1 centimètre cube (cm ³)
1 000 000 (cm ³)	=	1 mètre cube (m ³)

Liquides

1 000 millilitres (mL)	=	1 litre (L)
100 litres (L)	=	1 hectolitre (hL)

Unités de poids

1 000 milligrammes (mg)	=	1 gramme (g)
1 000 grammes (g)	=	1 kilogramme (kg)
1 000 kilogrammes (kg)	=	1 tonne (t)
1 milligramme/kilogramme	=	1 partie par million (ppm)

Équivalences poids-volume (pour l'eau)

1 gramme (0,001 kg)	=	1 millilitre (0,001 L)
10 grammes (0,01 kg)	=	10 millilitres (0,01 L)
100 grammes (0,10 kg)	=	100 millilitres (0,10 L)
500 grammes (0,50 kg)	=	500 millilitres (0,50 L)
1 000 grammes (1,00 kg)	=	1 litre (1,00 L)

Équivalences solides-liquides

1 centimètre cube (cm ³)	=	1 millilitre (mL)
1 mètre cube (m ³)	=	1 000 litres (L)

Équivalences solides (approximatives)

SI	Système impérial
100 grammes/hectare (g/ha)	= 1½ once/acre (oz/acre)
200 grammes/hectare (g/ha)	= 3 onces/acre (oz/acre)
300 grammes/hectare (g/ha)	= 4¼ onces/acre (oz/acre)
500 grammes/hectare (g/ha)	= 7 onces/acre (oz/acre)
700 grammes/hectare (g/ha)	= 10 onces/acre (oz/acre)
1,10 kilogramme/hectare (kg/ha)	= 1 livre/acre (lb/acre)
1,50 kilogramme/hectare (kg/ha)	= 1¼ livre/acre (lb/acre)
2,00 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 1¾ livre/acre (lb/acre)
2,50 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 2¼ livres/acre (lb/acre)
3,25 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 3 livres/acre (lb/acre)
4,00 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 3½ livres/acre (lb/acre)
5,00 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 4½ livres/acre (lb/acre)
6,00 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 5¼ livres/acre (lb/acre)
7,50 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 6¾ livres/acre (lb/acre)
9,00 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 8 livres/acre (lb/acre)
11,00 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 10 livres/acre (lb/acre)
13,00 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 11½ livres/acre (lb/acre)
15,00 kilogrammes/hectare (kg/ha)	= 13½ livres/acre (lb/acre)

Facteurs de conversion relatifs à l'épandage

Du SI au système impérial ou américain (valeurs approximatives)

litres à l'hectare × 0,09	=	gallons impériaux à l'acre
litres à l'hectare × 0,11	=	gallons américains à l'acre
litres à l'hectare × 0,36	=	pintes impériales à l'acre
litres à l'hectare × 0,43	=	pintes américaines à l'acre
litres à l'hectare × 0,71	=	chopines impériales à l'acre
litres à l'hectare × 0,86	=	chopines américaines à l'acre
millilitres à l'hectare × 0,014	=	onces liquides américaines à l'acre
grammes à l'hectare × 0,015	=	onces à l'acre
kilogrammes à l'hectare × 0,89	=	livres à l'acre
tonnes à l'hectare × 0,45	=	tonnes impériales à l'acre

**Du système impérial ou américain au SI
(valeurs approximatives)**

gallons impériaux à l'acre × 11,23	= litres à l'hectare (L/ha)
gallons américains à l'acre × 9,35	= litres à l'hectare (L/ha)
pintes impériales à l'acre × 2,8	= litres à l'hectare (L/ha)
pintes américaines à l'acre × 2,34	= litres à l'hectare (L/ha)
chopines impériales à l'acre × 1,4	= litres à l'hectare (L/ha)
chopines américaines à l'acre × 1,17	= litres à l'hectare (L/ha)
onces liquides impériales à l'acre × 70	= millilitres à l'hectare (mL/ha)
onces liquides américaines à l'acre × 73	= millilitres à l'hectare (mL/ha)
tonnes impériales à l'acre × 2,24	= tonnes à l'hectare (t/ha)
livres à l'acre × 1,12	= kilogrammes à l'hectare (kg/ha)
livres à l'acre × 0,45	= kilogrammes à l'acre (kg/acre)
onces à l'acre × 70	= grammes à l'hectare (g/ha)

Équivalences métriques a (approximatives)

5 mL	= 1 cuill. à thé
15 mL	= 1 cuill. à soupe
28,5 mL	= 1 oz (liq. imp.)

Équivalences liquides (approximatives)

<i>Litres/hectare</i>	<i>Gallons/acre (approx.)</i>	
	Gallons impériaux	Gallons américains
50	= 4,45	5,35
100	= 8,90	10,70
150	= 13,35	16,05
200	= 17,80	21,40
250	= 22,25	26,75
300	= 26,70	32,10

**Du SI au système impérial ou américain
(valeurs approximatives)**
Longueur

1 millimètre (mm)	= 0,04 pouce (po)
1 centimètre (cm)	= 0,40 pouce (po)
1 mètre (m)	= 39,40 pouces (po)
1 mètre (m)	= 3,28 pieds (pi)
1 mètre (m)	= 1,09 verge (vg)
1 kilomètre (km)	= 0,62 mille (mi)

Surface

1 centimètre carré (cm ²)	= 0,16 pouce carré (po ²)
1 mètre carré (m ²)	= 10,77 pieds carrés (pi ²)
1 mètre carré (m ²)	= 1,20 verge carrée (vg ²)
1 kilomètre carré (km ²)	= 0,39 mille carré (mi ²)
1 hectare (ha)	= 107 636 pieds carrés (pi ²)
1 hectare (ha)	= 2,5 acres (acre)

Volume (solides)

1 centimètre cube (cm ³)	= 0,061 pouce cube (po ³)
1 mètre cube (m ³)	= 1,31 verge cube (vg ³)
1 mètre cube (m ³)	= 35,31 pieds cubes (pi ³)
1 000 mètres cubes (m ³)	= 0,81 acre-pied
1 hectolitre (hl)	= 2,8 boisseaux (bu)

Volume (liquides)

1 millilitre (mL)	= 0,035 once liquide impériale
1 litre (L)	= 1,76 chopine impériale
1 litre (L)	= 0,88 pinte impériale
1 litre (L)	= 0,22 gallon impérial
1 litre (L)	= 0,26 gallon américain

Poids

1 gramme (g)	= 0,035 once (oz)
1 kilogramme (kg)	= 2,21 livres (lb)
1 tonne (t)	= 1,10 tonne américaine
1 tonne (t)	= 2 205 livres (lb)

Pression

1 kilopascal (kPa) = 0,15 livre/pouce carré (lb/po²)

Vitesse

1 mètre à la seconde = 3,28 pieds à la seconde (pi/sec)

1 mètre à la seconde = 2,24 milles à l'heure (mi/h)

1 kilomètre à l'heure = 0,62 mille à l'heure (mi/h)

Température

°F = (°C × 9/5) + 32

**Du système impérial ou américain au SI
(valeurs approximatives)**
Longueur

1 pouce (po) = 2,54 centimètres (cm)

1 pied (pi) = 0,30 mètre (m)

1 verge (vg) = 0,91 mètre (m)

1 mille (mi) = 1,61 kilomètre (km)

Surface

1 pied carré (pi²) = 0,09 mètre carré (m²)

1 verge carrée (vg²) = 0,84 mètre (m²)

1 acre = 0,40 hectare (ha)

Volume (solides)

1 verge cube (vg³) = 0,76 mètre cube (m³)

1 boisseau (bu) = 36,37 litres (L)

Volume (liquides)

1 once liquide impériale = 28,41 millilitres (mL)

1 chopine impériale = 0,57 litre (L)

1 gallon impérial = 4,55 litres (L)

1 gallon américain = 3,79 litres (L)

Poids

1 once (oz) = 28,35 grammes (g)

1 livre (lb) = 453,6 grammes (g)

1 tonne impériale = 0,91 tonne (t)

Pression

1 livre par pouce carré (lb/po²) = 6,90 kilopascals (kPa)

Température

°C = (°F – 32) × 5/9

Abréviations

%	=	pourcentage (au poids)
AP	=	poudre à usage agricole
cm	=	centimètre
cm ²	=	centimètre carré
CÉ	=	conductivité électrique
CS	=	suspension de capsules
DF	=	pâte granulée
DG	=	granulé dispersable
DP	=	poudre dispersable
E	=	émulsion
F	=	pâte fluide
g	=	gramme
Gr	=	granulé
ha	=	hectare
kg	=	kilogramme
km/h	=	kilomètres à l'heure
kPa	=	kilopascal
L	=	litre
m	=	mètre
m ²	=	mètre carré
m.a.	=	matière active
mL	=	millilitre
mm	=	millimètre
m/s	=	mètres à la seconde
p. ex.	=	par exemple
SC	=	concentré à pulvériser
SP	=	poudre soluble
t	=	tonne (métrique)
W	=	mouillable (poudre)
WDG	=	granulé dispersable dans l'eau
WG	=	granulé mouillable
WP	=	granulé mouillable

[illegible]

